



ITS
Institut
Teknologi
Sepuluh Nopember

TUGAS AKHIR - KS14 1501

PENERAPAN PENGHITUNGAN WORKFLOW COMPLEXITY EFFORT MULTIPLIER PADA METODE CONSTRUCTIVE COST MODEL II (COCOMO II)

IMPLEMENTATION CALCULATION OF WORKFLOW COMPLEXITY EFFORT MULTIPLIER ON CONSTRUCTIVE COST MODEL II (COCOMO II) METHOD

FIRMAN ISNAENI
NRP 05211440000100

Dosen Pembimbing:
Sholih, S.T, M.Kom, M.SA

DEPARTMENT OF INFORMATION SYSTEM
Faculty of Information Technology
Sepuluh Nopember Institute of Technology
Surabaya 2018

TUGAS AKHIR - KS 141501

**PENERAPAN PENGHITUNGAN WORKFLOW
COMPLEXITY EFFORT MULTIPLIER PADA
METODE CONSTRUCTIVE COST MODEL II
(COCOMO II)**

FIRMAN ISNAENI

NRP 05211440000100

Supervisor:

Sholih, S.T, M.Kom, M.SA

DEPARTMENT OF INFORMATION SYSTEM

Faculty of Information Technology

Sepuluh Nopember Institute of Technology

Surabaya 2018

Halaman ini sengaja dikosongkan



ITS
Institut
Teknologi
Sepuluh Nopember

FINAL PROJECT - KS 1413501

IMPLEMENTATION CALCULATION OF WORKFLOW COMPLEXITY EFFORT MULTIPLIER ON CONSTRUCTIVE COST MODEL II (COCOMO II) METHOD

FIRMAN ISNAENI
NRP 05211440000100

Supervisor:
Sholiq, S.T, M.Kom, M.SA

**DEPARTMENT OF INFORMATION SYSTEM
Faculty of Information Technology
Sepuluh Nopember Institute of Technology
Surabaya 2018**

Halaman ini sengaja dikosongkan

**IMPLEMENTATION CALCULATION OF WORKFLOW
COMPLEXITY EFFORT MULTIPLIER ON
CONSTRUCTIVE COST MODEL II (COCOMO II)
METHOD) II**

TUGAS AKHIR

**Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Komputer
pada
Jurusan Sistem Informasi
Fakultas Teknologi Informasi
Institut Teknologi Sepuluh Nopember**

Oleh:

**FIRMAN ISNAENI
Nrp. 05211440000100**

**Surabaya, Juli 2018
Kepala
Departemen Sistem Informasi**

**Dr. Ir. Aris Tjahyanto, M.Kom
NIP 196503101991021001**

Halaman ini sengaja dikosongkan

***PENERAPAN PENGHITUNGAN WORKFLOW
COMPLEXITY EFFORT MULTIPLIER PADA METODE
CONSTRUCTIVE COST MODEL II (COCOMO II)***

TUGAS AKHIR

**Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Komputer**

pada

**Jurusan Sistem Informasi
Fakultas Teknologi Informasi
Institut Teknologi Sepuluh Nopember**

Oleh :

**FIRMAN ISNAENI
Nrp. 05211440000100**

**Disetujui Tim Penguji : Tanggal Ujian : 10 Juli 2018
Periode Wisuda : September 2018**

1. Sholiq, S.T, M.Kom, M.SA

(Pembimbing I)

2. Ir.Khakim Ghozali, M.MT

(Penguji I)

3. Dr. Apol Pribadi Subdriadi, S.T, M.T

(Penguji II)

Halaman ini sengaja dikosongkan

***PENERAPAN PENGHITUNGAN WORKFLOW
COMPLEXITY EFFORT MULTIPLIER PADA
METODE CONSTRUCTIVE COST MODEL II
(COCOMO II)***

Nama Mahasiswa : Firman Isnaeni
NRP : 05211440000100
Jurusan : SISTEM INFORMASI FTIF-ITS
Dosen Pembimbing : Sholih, S.T, M.Kom, M.SA

ABSTRAK

Constructive Cost Model II (COCOMO II) adalah salah satu metode untuk mengukur effort estimation pada pengembangan software yang sudah diaplikasikan secara luas. Model estimasi COCOMO telah diaplikasikan dalam banyak proyek pengembangan software. Dalam pengaplikasiannya, Constructive Cost Model II (COCOMO) II memiliki banyak komponen effort multiplier untuk dapat mengukur pembobotan setiap komponennya.

Terdapat 17 jenis komponen effort multiplier pada Constructive Cost Model II (COCOMO) II yang dimana pada setiap komponen memiliki memiliki pembobotan effort multiplier yang berbeda pada setiap tingkatan ratings level. Namun sampai saat ini belum ada komponen pada effort multiplier di Constructive Cost Model II (COCOMO) II yang melakukan pembobotan berdasarkan kompleksitas workflow dalam sebuah pengembangan software

Berdasarkan belum adanya metode yang diaplikasikan untuk melakukan analisa kompleksitas sebuah perangkat lunak, maka untuk mencapai tujuan dilakukannya sebuah penelitian dengan menggunakan metode workflow complexity yang ditambahkan ke dalam komponen effort multiplier di Constructive

Cost Model (COCOMO) II yang melibatkan pembobotan terhadap tingkat kompleksitas workflow untuk menghasilkan cost model dengan hasil deviasi yang lebih akurat.

Kata kunci : Workflow Complexity , Constructive Cost Model (COCOMO) II, Cost Model, Workflow

IMPLEMENTATION CALCULATION OF WORKFLOW COMPLEXITY EFFORT MULTIPLIER ON CONSTRUCTIVE COST MODEL II (COCOMO II) METHOD

Nama Mahasiswa : Firman Isnaeni
NRP : 05211440000100
Majority : SISTEM INFORMASI FTIF-ITS
Supervisor : Sholih, S.T, M.Kom, M.SA

ABSTRACT

Constructive Cost Model II (COCOMO II) is one method to measure effort estimation on widely applied software development. The COCOMO estimation model has been applied in many software development projects. In its application, Constructive Cost Model II (COCOMO II) has many components of multiplier effort to be able to measure the weighting of each component.

There are 17 types of effort multiplier component in Constructive Cost Model II (COCOMO) II which in each component has different weight multiplier at each level of rating level. However, until now there has been no component on the effort multiplier in Constructive Cost Model II (COCOMO II) which performs weighting based on workflow complexity in a software development

Based on the absence of a method applied to analyze the complexity of a software, to achieve the objective of a study using workflow complexity method added to the component multiplier in the Constructive Cost Model (COCOMO II) which involves weighting the level of workflow complexity to produce cost model with more accurate deviation result.

Keywords : Workflow Complexity , Constructive Cost Model (COCOMO) II, Cost Model, Workflow

KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan ke hadirat Allah Swt atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga saya dapat melaksanakan dan menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul **PENERAPAN PENGHITUNGAN WORKFLOW COMPLEXITY EFFORT MULTIPLIER PADA METODE CONSTRUCTIVE COST MODEL II (COCOMO II)** tepat pada waktunya.

Penerapan Workflow Complexity pada effort multiplier Constructive Cost model II (COCOMO II) diharapkan dapat mampu meningkatkan akurasi perkiraan effort yang diperlukan dalam pengembangan sebuah software di masa mendatang

Dalam penyusunan Tugas Akhir ini, terdapat beberapa pihak yang telah memberikan dukungan kepada saya, baik dukungan moril maupun materiil. Untuk itu, saya ucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Kedua orang tua saya, yang telah memberikan doa dan segala bentuk dukungannya.
2. Bapak Sholih., S. T, M. Kom., M. SA., selaku dosen pembimbing Tugas Akhir yang telah banyak membantu saya serta menyempatkan diri untuk memberikan saran, arahan dan motivasi untuk saya.
3. Bapak Bayu Husodho, selaku Kepala Bidang Mutu dan Kinerja di PT Indonesia Power yang telah memberikan bantuan untuk saya untuk mendapatkan data serta validasi.
4. Ari Primantara, yang telah menyempatkan waktunya untuk membagi ilmunya dan membantu saya dengan memberikan arahan untuk menyelesaikan tugas akhir saya.
5. Junita Angelina, yang sudah membantu saya dalam memodelkan proses bisnis ke dalam bentuk Cyclomatic

dan senantiasa memberikan motivasi untuk saya menyelesaikan tugas akhir.

6. Teman – Teman Wolfpack, Ferdian, Firman, Ahsanul, Adit, Khikas, Azis, Adam, Nolan, Berli, Hans yang telah menjadi saudara terdekat saya selama saya berkuliah di ITS.
7. Teman – Teman SMA saya habib dan lipto, yang telah menyempatkan waktunya dalam menghibur saya ketika ada waktu luang dan memberikan motivasi untuk saya menyelesaikan tugas akhir
8. Teman – Teman OSIRIS, yang telah menjadi keluarga baru saya selepas saya SMA. Yang senantiasa mendukung satu sama lain.
9. Dan Pihak-pihak lain yang tidak sempat saya sebutkan satu persatu, yang telah mendukung dan membantu kelancaran penelitian dan penyusunan buku Tugas Akhir ini.

Akhir kata, saya sampaikan terima kasih kepada semua pihak dan semoga penelitian ini dapat bermanfaat khususnya bagi saya sebagai penulis dan umumnya bagi pembaca.

Surabaya, 28 Juni 2018

Firman Isnaeni

DAFTAR ISI

ABSTRAK	xi
ABSTRACT	xiii
KATA PENGANTAR	xv
DAFTAR ISI.....	xvii
DAFTAR GAMBAR	xxi
DAFTAR TABEL.....	xxiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan.....	3
1.5 Manfaat.....	4
1.6 Relevansi Tugas Akhir	4
1.7 Target Luaran	4
BAB II LANDASAN TEORI.....	5
2.1 Penelitian Sebelumnya	5
2.2 Dasar Teori	8
2.2.1 Cyclomatic Complexity.....	8
2.2.2 Proyek Perangkat Lunak.....	9
2.2.3 Constructive Cost Model II (COCOMO II)	10
2.2.4 Metode COCOMO II.....	13
2.2.5 Proses Bisnis.....	16
2.2.6 Scale Drivers	16
2.2.7 Nilai Faktor Usaha (Effort Multipliers).....	17
2.2.8 Kompleksitas Proses Bisnis.....	18

2.2.9 Workflow.....	19
2.2.10 Sistem Informasi.....	20
2.2.11 Software.....	20
BAB III METODE PENELITIAN.....	23
3.1 Metode Pengerjaan	23
3.2 Uraian Metodologi.....	24
3.2.1 Studi Literatur.....	24
3.2.2 Melakukan Pengumpulan data.....	24
3.2.3 Membuat Model Workflow Complexity	24
3.2.4 Melakukan Uji Coba Cyclomatic pada COCOMO II	25
3.2.5 Menarik Kesimpulan dan saran.....	26
3.2.6 Penyusunan Laporan Tugas Akhir.....	26
BAB IV PERANCANGAN	27
4.1 Objek Penelitian	27
4.2 Data yang Diperlukan	27
4.3 Pemodelan Cyclomatic	27
4.4 Rancangan Acuan Penilaian Data.....	28
4.5 <i>Expert Judgement</i>	29
BAB V IMPLEMENTASI.....	31
5.1 Pengumpulan data.....	31
5.1.1 Penyusunan arah dan kebijakan portfolio Bisnis Korporasi (03.02).....	31
5.1.2 Perencanaan Energi Primer (04.01).....	32
5.1.3 Pengembangan Pembangkit dengan skema penugasan (08.01)	35
5.1.4 Komunikasi Internal(16.01).....	40

5.1.5 Komunikasi Eksternal (16.02).....	48
5.2 Pemodelan Cyclomatic.....	66
5.2.1 Penyusunan arah dan kebijakan portfolio Bisnis Korporasi (03.02).....	66
5.2.2 Perencanaan Energi Primer (04.01).....	67
5.2.3 Pengembangan Pembangkit dengan skema penugasan (08.01).....	68
5.2.4 Komunikasi Internal (16.01)	69
5.2.5 Komunikasi Eksternal (16.01).....	70
5.3 Pembobotan Model Cyclomatic	71
BAB VI HASIL DAN PEMBAHASAN	73
6.1 Hasil Pengumpulan Data	73
6.2 Hasil pemodelan Cyclomatic.....	73
6.2.1 Penyusunan arah kebijakan korporasi (03.02).....	73
6.2.2 Perencanaan Energi Primer (04.01).....	74
6.2.3 Pengembangan Pembangkit dengan skema penugasan (08.01).....	76
6.2.4 Komunikasi Internal (08.01)	77
6.2.5 Komunikasi Eksternal (08.02).....	78
6.3 Pembobotan model Cyclomatic.....	79
6.3.1 Penyusunan Arah dan Kebijakan Korporasi.....	79
6.3.2 Perencanaan Energi Primer	80
6.3.3 Pengembangan Pembangkit dengan Skema Penugasan	81
6.3.4 Komunikasi Internal	82
6.3.5 Komunikasi Eksternal	83
6.4 Workflow Complexity.....	84

6.5 Validasi Workflow Complexity.....	84
6.5.1 Estimasi Awal.....	85
6.5.2 Estimasi Lanjut.....	88
6.5.3 Analisa Estimasi	92
BAB VII KESIMPULAN DAN SARAN	93
6.6 Kesimpulan.....	93
6.7 Saran	94
DAFTAR PUSTAKA	95
BIODATA PENULIS	99
LAMPIRAN A – IMS BPM	1
A – 1 IMS BPM Penyusunan Arah Kebijakan Korporasi (03.02) 1	
A – 2 IMS BPM Manajemen Energi Primer.....	2
A – 3 IMS BPM Pengembangan Pembangkit dengan Skema Penugasan 5	
A – 4 IMS BPM Komunikasi Internal	10
A – 5 IMS BPM Komunikasi Eksternal	18
LAMPIRAN B – FORM PEMBOBOTAN EFFORT MULTIPLIER	1
B – 1 Form Pembobotan Effort Multiplier <i>Workflow Complexity</i>	1
LAMPIRAN C –Data Uji coba.....	1

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Cyclomatic Complexity	9
Gambar 2. 2 Models D COCOMO II.....	11
Gambar 2. 3 Proses Bisnis	16
Gambar 2. 4 Workflow Diagram	20
Gambar 2. 5 Information System.....	21
Gambar 2. 6 Software Component.....	22
 Gambar 3. 1 Metodologi Penelitian	 23
Gambar 3. 1 model Workflow Complexity.....	25
 Gambar 4. 1 Model Cyclomatic	 28
Gambar 4. 2 SDLC COCOMO II	29
 Gambar 5. 1 Perencanaan portofolio bisnis	 31
Gambar 5. 2 Manajemen Energi Primer	34
Gambar 5. 3 Pengembangan Pembangkit dengan skema.....	39
Gambar 5. 4 Manajemen Hubungan Stakeholders.....	47
Gambar 5. 5 Manajemen Hubungan Stakeholders(2)	65
Gambar 5. 6 Cyclomatic 1.....	66
Gambar 5. 7 Cyclomatic 2	67
Gambar 5. 8 Cyclomatic 3	68
Gambar 5. 9 Cyclomatic 4	69
Gambar 5. 10 Cyclomatic 5	70
Gambar 5. 11 Grafik Pembobotan Effort Multiplier.....	72
 Gambar 6. 1 Model Cyclomatic 1.....	 74
Gambar 6. 2 Model Cyclomatic 2.....	75
Gambar 6. 2 Model Cyclomatic 3	76
Gambar 6. 2 Model Cyclomatic 4	77
Gambar 6. 2 Model Cyclomatic 5	78
Gambar 6. 2 Pembobotan Effort Multiplier 1	80
Gambar 6. 2 Pembobotan Effort Multiplier 2	81

Gambar 6. 2 Pembobotan Effort Multiplier 3	82
Gambar 6. 2 Pembobotan Effort Multiplier 4	83
Gambar 6. 2 Pembobotan Effort Multiplier 5	84
Gambar 6. 2 DFD Aplikasi	88
Gambar 6. 2 Cyclomatic complexity Uji coba	88

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Penelitian Sebelumnya.....	6
Tabel 2. 2 Faktor Biaya dan Pengelompokannya.....	18
Tabel 3. 1 Effort Multiplier.....	26
Tabel 4. 1 Kategori Rating	28
Tabel 4. 1 Form Pembobotan Effort Multiplier	29
Tabel 5. 1 Pembobotan Cyclomatic	73
Tabel 6. 1 Pembobotan Effort Multiplier	79
Tabel 6. 2 Pembobotan Effort Multiplier 1	79
Tabel 6. 3 Pembobotan Effort Multiplier 2.....	80
Tabel 6. 4 Pembobotan Effort Multiplier 3.....	81
Tabel 6. 5 Pembobotan Effort Multiplier 4.....	82
Tabel 6. 6 Pembobotan Effort Multiplier 5.....	83
Tabel 6. 7 WFCP Cost Driver	84
Tabel 6. 8 Nilai KSLOC 1	85
Tabel 6. 9 Nilai Scale Factor 1	86
Tabel 6. 10 Penghitungan Effort Multiplier	86
Tabel 6. 11 Nilai KSLOC 2.....	89
Tabel 6. 12 Nilai Scale Factor 2.....	89
Tabel 6. 13 Pembobotan Effort Multiplier	90

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB I

PENDAHULUAN

Pada bab ini, akan dijelaskan tentang Latar Belakang Masalah, Perumusan Masalah, Batasan Masalah, Tujuan Tugas Akhir, dan Relevansi atau Manfaat Kegiatan Tugas Akhir.

1.1 Latar Belakang

Estimasi *effort* dalam suatu proyek usaha pengembangan *software* merupakan suatu hal yang kompleks hingga saat ini [1]. Dalam industri *software*, Constructive Cost Model (COCOMO) dikenal sebagai salah satu model yang digunakan secara luas dalam penghitungan *effort estimation* [2]. Pada tahun 1981, Barry Boehm mendesain COCOMO untuk memberikan estimasi/perkiraan jumlah person-months untuk mengembangkan suatu produk perangkat lunak [3]. Referensi pada model ini dikenal dengan nama COCOMO 81. Model estimasi COCOMO telah digunakan oleh ribuan manajer proyek untuk pengembangan perangkat lunak, dan berdasar pada pengalaman dari ratusan proyek sebelumnya [4]. Secara umum, referensi COCOMO sebelum 1995 merujuk pada model original COCOMO yaitu COCOMO 81, kemudian setelah itu merujuk pada COCOMO II [5]. COCOMO II adalah suatu usaha untuk memperbarui model estimasi biaya perangkat lunak COCOMO yang dipublikasikan dalam *Software Engineering Economics* oleh Dr. Barry Boehm pada tahun 1981 [6]. Usaha penelitian COCOMO dilakukan oleh Direktur Pusat Rekayasa Perangkat Lunak di University Of Southern California, Dr. Barry Boehm dan beberapa peneliti lainnya.

Versi pertama dari model COCOMO adalah COCOMO 81 yang terdiri dari 3 level model dimana level-level tersebut sesuai dengan analisa dari estimasi biaya secara terperinci [7].

Level pertama (*basic*) menyediakan perkiraan awal secara kasar. Level kedua merupakan modifikasi dari level pertama dengan menggunakan faktor tambahan yaitu jumlah proyek dan proses multipliers [8]. Level yang paling detail menyediakan perkiraan untuk fase yang berbeda dari proyek. COCOMO 81 mengasumsikan bahwa sebuah *software* yang dikembangkan mengacu kepada proses pengembangan *Waterfall* yang cenderung menggunakan standar pemrograman seperti C atau FORTRAN. COCOMO juga dapat melakukan analisis control secara efisien dan akurat [9]. Namun, banyak terjadi perubahan secara radikal pada proyek pengembangan perangkat lunak sejak versi awal yang diusulkan sehingga model prototipe dan incremental sekarang biasa digunakan untuk model proses.

Terdapat 17 komponen effort multiplier (EM) pada COCOMO II yang di dalamnya belum terdapat pembobotan mengenai kompleksitas workflow pada sebuah software. Cyclomatic Complexity adalah salah satu metode yang menjelaskan tentang penghitungan kompleksitas workflow berdasarkan jumlah *node* dan *edge* yang terdapat pada suatu workflow. Belum adanya pemberian nilai effort multipliers yang berdasarkan kompleksitas workflow, maka sesuai dengan topik yang saya ambil dalam tugas akhir ini yaitu penerapan workflow complexity pada effort multipliers di metode Constructive Cost Model II (COCOMO II). Salah satu contoh penelitian untuk meningkatkan estimasi effort pada COCOMO II adalah penambahan teknik expert judgment pada *tool* yang bernama WebCost oleh Zulkefli Bin Mansor [10].

Pada akhirnya, justifikasi hasil penelitian dengan metode Cyclomatic Complexity yang diterapkan pada effort multiplier di metode Constructive Cost Model II (COCOMO II) dapat memberikan nilai deviasi yang lebih akurat terhadap hasil penghitungan estimasi effort yang nantinya akan menghasilkan penambahan komponen Workflow Complexity pada effort multipliers.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang, maka rumusan permasalahan yang menjadi fokus dan akan diselesaikan dalam tugas akhir ini adalah:

1. Berapa bobot nilai effort multiplier pada setiap komponen dari Workflow Complexity?
2. Bagaimana cara menentukan nilai effort multipliers (EM) dari komponen Workflow Complexity?
3. Bagaimana cara mengukur kompleksitas workflow?
4. Apa pengaruh penambahan Kompleksitas Workflow pada effort multiplier terhadap *actual cost*?

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah yang digunakan dalam penelitian tugas akhir ini antara lain:

1. Penambahan metode workflow complexity pada Effort Multipliers (EM) Constructive Cost Model (COCOMO) II.
2. Penghitungan kompleksitas workflow yang dilakukan mengacu pada metode Cyclomatic Complexity.
3. Penambahan metode workflow complexity terbatas pada software proses bisnis.

1.4 Tujuan

Tujuan dari penelitian tugas akhir ini adalah:

1. Menerapkan metode cyclomatic complexity untuk mengukur kompleksitas workflow.
2. Untuk mengetahui nilai effort multiplier pada workflow complexity.

3. Untuk menemukan cara menentukan nilai bobot dari effort multiplier (EM) pada Workflow complexity.

1.5 Manfaat

Melalui tugas akhir ini diharapkan dapat memberi manfaat sebagai berikut:

1. Media pembelajaran untuk penelitian lebih lanjut khususnya dalam pengembangan penggunaan kompleksitas workflow pada COCOMO II.

1.6 Relevansi Tugas Akhir

Tugas akhir ini memiliki keterkaitan dengan beberapa mata kuliah yang diadakan pada Jurusan Sistem Informasi ITS yaitu:

1. Desain Manajemen Proses Bisnis
2. Manajemen Pengadaan dan Investasi Teknologi Informasi

1.7 Target Luaran

Target luaran dari tugas akhir ini adalah:

1. Target luaran utama dari Tugas Akhir ini adalah dokumentasi yang berupa buku Tugas Akhir.

BAB II

LANDASAN TEORI

Pada bab ini akan dijelaskan mengenai dasar teori dan penelitian-penelitian yang telah dilakukan sebelumnya yang bersifat relevan sebagai acuan atau landasan dalam pengerjaan tugas akhir ini.

2.1 Penelitian Sebelumnya

Tugas akhir ini memiliki keterkaitan dengan penelitian-penelitian sebelumnya yang dijadikan sebagai bahan referensi studi literatur. Berikut adalah beberapa penelitian terdahulu yang memiliki kesamaan dengan studi kasus tugas akhir:

1. Penelitian Pertama

Penelitian “Cyclomatic Complexity for determining Product Complexity level in COCOMO II” oleh Asep Subandri dan Riyanarto Sarno [7]. Penelitian ini menjelaskan salah satu atribut dalam COCOMO II adalah Product Complexity. Saat ini, tingkatan dari Product Complexity dinilai berdasarkan penilaian subjektif dari ahli. Penilaian ini cenderung kurang akurat karena dipengaruhi oleh perasaan, pendapat, dan pengalaman. Paper ini menawarkan Cyclometer, sebuah pendekatan baru berdasarkan matrix Cyclomatic Complexity untuk mengukur product complexity level secara objektif.

2. Penelitian Kedua

Penelitian “A Variant of COCOMO II For Improved *Software* Effort Estimation” Oleh Ziyad T. Abdul Mehdi, M. S. Saleem Basha, Mohamed Jameel, dan P Dhavachelvan[11]. Paper ini berisikan mengenai peningkatan akurasi effort estimation dari COCOMO II dengan serangkaian modifikasi pada Scale factor dan Cost Drives dapat meningkatkan akurasi dari COCOMO II.

3. Penelitian Ketiga

Penelitian “E-Cost estimation using expert judgment and COCOMO II” Oleh Zulkefli Bin Mansor, Zarinah Mohd Kasirun, Noor Hadibah Hj Arshad, Saadiah Yahya [10] Makalah ini menjelaskan penelitian tentang kemungkinan penggabungan dan implementasi dari COCOMO II dan Teknik expert Judgment dengan menggunakan tool yang bernama WebCost.

Tabel 2. 1 Penelitian Sebelumnya

Penelitian 1	
Judul Penelitian	Cyclomatic Complexity for determining Product Complexity level in COCOMO II
Penulis	Asep Subandri dan Riyanarto Sarno
Tahun Penelitian	2012
Deskripsi	Penelitian “Cyclomatic Complexity for determining Product Complexity level in COCOMO II” oleh Asep Subandri dan Riyanarto Sarno [7]. Penelitian ini menjelaskan mengenai salah satu atribut yang dipakai dalam COCOMO II yaitu berupa Product Complexity. Saat ini, tingkatan dari Product Complexity dinilai berdasarkan penilaian subjektif dari para ahli. Penilaian ini cenderung kurang akurat karena dapat dipengaruhi oleh perasaan, pendapat, dan pengalaman. Paper ini menawarkan Cyclometer, sebuah pendekatan baru berdasarkan matrix Cyclomatic Complexity untuk mengukur product complexity level secara objektif.

Penelitian 2	
Judul Penelitian	A Variant of COCOMO II For Improved <i>Software</i> Effort Estimation
Penulis	Ziyad T. Abdul Mehdi, M. S. Saleem Basha, Mohamed Jameel, dan P Dhavachelvan
Tahun Penelitian	2015
Deskripsi	Penelitian “A Variant of COCOMO II For Improved <i>Software</i> Effort Estimation” Oleh Ziyad T. Abdul Mehdi, M. S. Saleem Basha, Mohamed Jameel, dan P Dhavachelvan[11]. Paper ini berisikan mengenai peningkatan akurasi effort estimation dari COCOMO II dengan serangkaian modifikasi pada Scale factor dan Cost Drives dapat meningkatkan akurasi dari COCOMO II.
Penelitian 3	
Judul Penelitian	E-Cost estimation using expert judgment and COCOMO II
Penulis	Zulkefli Bin Mansor, Zarinah Mohd Kasirun, Noor Hadibah Hj Arshad, Saadiah Yahya
Tahun Penelitian	2005
Deskripsi	1. Penelitian “E-Cost estimation using expert judgment and COCOMO II” Oleh Zulkefli Bin Mansor, Zarinah Mohd Kasirun, Noor Hadibah Hj Arshad, Saadiah Yahya [10] Makalah ini menjelaskan penelitian tentang kemungkinan penggabungan dan implementasi dari COCOMO II dan Teknik expert Judgment dengan

	menggunakan tool yang bernama WebCost.

Dari ketiga penelitian di atas, dapat dilihat bahwa usaha untuk meningkatkan akurasi dari cost model ke dalam metode Constructive Cost Model II (COCOMO II) telah dilakukan. Namun, sejauh ini belum ada penelitian yang secara nyata memasukan komponen kompleksitas workflow dari software ke dalam effort multiplier (EM) pada Constructive Cost Model II (COCOMO II)

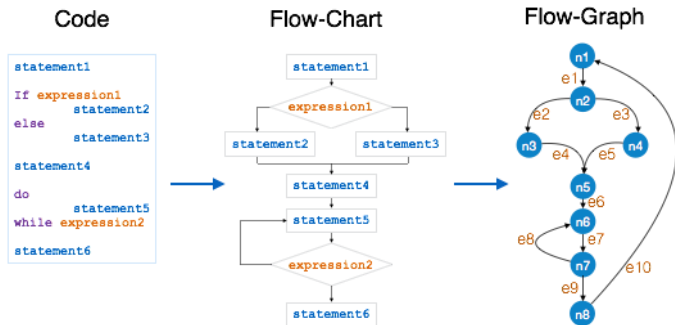
2.2 Dasar Teori

Pada bagian ini, akan dijelaskan mengenai teori-teori yang digunakan untuk mendukung pengerjaan tugas akhir. Teori tersebut yaitu mengenai :

2.2.1 Cyclomatic Complexity

Cyclomatic Complexity merupakan suatu sistem pengukuran yang menyediakan ukuran kuantitatif dari kompleksitas logika suatu program. Dengan menggunakan hasil pengukuran atau perhitungan dari cyclomatic complexity, kita dapat menentukan apakah sebuah program merupakan program yang sederhana atau kompleks berdasarkan logika yang diterapkan pada program tersebut. Apabila dikaitkan dengan pengujian perangkat lunak (*software testing*), cyclomatic complexity dapat digunakan untuk menentukan berapa minimal test case yang harus dijalankan untuk menguji sebuah program dengan menggunakan teknik basis path testing. Pada pengujian basis path, aliran control logika digambarkan dengan menggunakan flow graph. Salah satu metric kompleksitas perangkat lunak untuk mengukur kompleksitas program yaitu Cyclomatic complexity (CC), yang dikembangkan oleh McCabe pada tahun 1976 (Tiwari and Kumar, 2014). Teori dasarnya adalah semakin besar jumlah path suatu modul, semakin tinggi kompleksitasnya. Cyclomatic complexity dihitung dengan menggunakan Control Flow Graph (CFG),

dihasilkan dari source code. Untuk membuat CFG, yaitu dengan membuat simpul pada setiap statement dalam source code dan memberi nomor pada masing-masing node, kemudian menghubungkan setiap node (ditunjukkan oleh panah) berdasarkan flow-nya.



Gambar 2.1 Cyclomatic Complexity

2.2.2 Proyek Perangkat Lunak

Proyek Perangkat Lunak adalah suatu kegiatan pengembangan perangkat lunak untuk mencapai tujuan tertentu dengan syarat syarat tertentu seperti dibatasi waktu yang jelas, melibatkan sumberdaya yang bervariasi dan interkorelasi antara satu sumber dengan sumber lainnya, tersedia dan jelas biaya atau modal terdapat unsur resiko (proyek, bisnis, sosial, politik, dan sebagainya) [12]. Tujuan dari perancangan perangkat lunak adalah untuk memperbaiki kualitas produk perangkat lunak, meningkatkan produktivitas, dan memuaskan teknisi perangkat lunak.

Dalam pembangunan proyek perangkat lunak pastinya ada hal-hal yang menentukan apakah proyek akan berjalan dengan yang diharapkan sehingga menghasilkan kualitas yang baik[9]. Bagian penting tersebut adalah Manajemen Proyek Perangkat Lunak [13]. Definisi Manajemen Proyek Perangkat Lunak itu sendiri adalah aktifitas perancangan dan pengontrolan membuat perangkat lunak dalam jangka waktu tertentu untuk memenuhi kebutuhan.

Manajemen Proyek Perangkat Lunak mengatur 4 hal penting, yaitu personel, produk, proses, dan proyek. Dari empat hal tersebut personel merupakan hal yang terpenting karena personel adalah aktor yang mengisi pembangunan perangkat lunak. Dengan adanya personel atau orang-orang yang berperan di dalamnya itu baik atau mempunyai kemampuan/skill bagus, maka produk yang dihasilkan, proses yang berjalan, dan proyek yang dikerjakan akan baik pula. (Next Generation Teacher's Project)

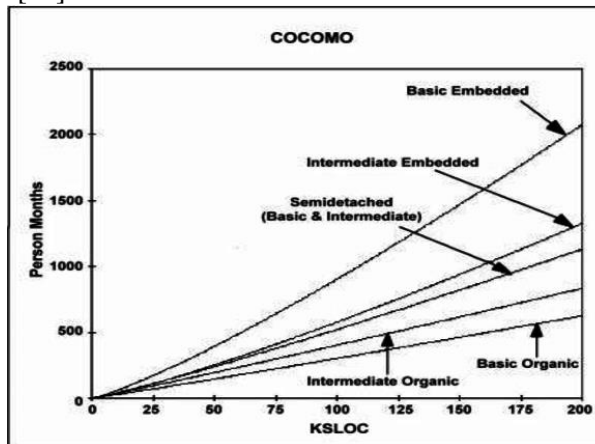
2.2.3 Constructive Cost Model II (COCOMO II)

Secara umum, referensi COCOMO sebelum 1995 merujuk pada model original COCOMO yaitu COCOMO 81, kemudian setelah itu merujuk pada COCOMO II.

Versi pertama dari model COCOMO adalah COCOMO 81 yang terdiri dari 3 level model dimana level-level tersebut sesuai dengan analisa dari estimasi biaya secara terperinci. Level pertama (*basic*) menyediakan perkiraan awal secara kasar [6]. Level kedua merupakan modifikasi dari level pertama dengan menggunakan faktor tambahan yaitu jumlah proyek dan proses multipliers [14]. Level yang paling detail menyediakan perkiraan untuk fase yang berbeda dari proyek. COCOMO 81 mengasumsikan bahwa sebuah *software* yang dikembangkan mengacu kepada proses pengembangan *Waterfall* yang cenderung menggunakan standar pemrograman seperti C atau FORTRAN[5]. Namun, banyak terjadi perubahan secara radikal pada proyek pengembangan perangkat lunak sejak versi awal yang diusulkan sehingga model prototipe dan incremental sekarang biasa digunakan untuk model proses[1],

Pada tahun 1981, Barry Boehm mendesain COCOMO untuk memberikan estimasi/perkiraan jumlah *person-months* untuk mengembangkan suatu produk perangkat lunak[15]. Referensi pada model ini dikenal dengan nama COCOMO 81 [16]. Model estimasi COCOMO telah digunakan oleh ribuan manajer proyek suatu proyek perangkat lunak, dan berdasar pada pengalaman dari ratusan proyek sebelumnya. Secara umum, referensi COCOMO sebelum 1995 merujuk pada model original COCOMO yaitu

COCOMO 81, kemudian setelah itu merujuk pada COCOMO II[17]. COCOMO II adalah suatu usaha untuk memperbarui model estimasi biaya perangkat lunak COCOMO yang dipublikasikan dalam *Software Engineering Economics* oleh Dr. Barry Boehm pada tahun 1981 [18]. Usaha penelitian COCOMO dilakukan oleh Direktur Pusat Rekayasa Perangkat Lunak di University Of Southern California, Dr. Barry Boehm dan beberapa peneliti lainnya [19].



Gambar 2.2 Models D COCOMO II

Proyek Kecil

- Tim memiliki anggota sedikit (2-3 orang)
- Mudah dimodelkan
- Memiliki penyelesaian tidak terlalu rumit
- Perhitungan $\text{EFFORT} = a * \text{SIZE} + b$

Proyek Besar

- Semakin banyak tim yang dimiliki, semakin kompleks proyek yang akan Dikerjakan
- Perhitungan $\text{EFFORT} = a * \text{SIZE}$
-

(Dimana a dan b adalah faktor penskalaan)

Selain itu COCOMO memiliki kriteria tipe proyek, yaitu organik, semi detached dan embedded dimana masing-masing kriteria memiliki ciri-ciri sebagai berikut:

a) Organik

- Merupakan proyek rutinitas
- Proyek yang dikerjakan mudah dipelajari
- Tim *work* bekerja secara efisien
- Proyek yang dikerjakan memiliki sedikit hambatan
- Umumnya sistem kecil

b) Semi-Detached

- Pada pertengahan antara organik dan embedded
- Memiliki sistem yang kompleks, tetapi proyek bukanlah sesuatu yang baru
- Tim bisa terdiri dari tenaga yang berpengalaman dan belum berpengalaman

c) Embedded

- Memiliki tingkat kesulitan lebih bila dibandingkan organik dan semi *detached*
- Proyek yang dikerjakan cukup besar (*software* untuk kontrol nuklir, atau pesawat luar angkasa)
- Tim sebagian besar terdiri dari tenaga yang berpengalaman
- Proyek yang dikerjakan merupakan sesuatu yang baru
- Biasanya memiliki hambatan yang cukup besar

d) Submodel COCOMO II

- Komposisi *Website*

Model Komposisi *Website* mendukung tahapan ini dan beberapa aktivitas pembuatan prototipe lain selanjutnya akan muncul dalam siklus hidup.

- Early Design

Model ini menggunakan *Function Points* untuk pengukuran, dan satu set dari lima penggerak biaya yang masih kasar.

- Post Architecture

Pada saat proyek siap untuk dikembangkan, proyek harus memiliki arsitektur siklus hidup yang memberikan informasi yang lebih akurat pada masukan-masukan penggerak biaya dan memungkinkan estimasi biaya untuk lebih akurat.

2.2.4 Metode COCOMO II

Secara umum, referensi COCOMO sebelum 1995 merujuk pada model original COCOMO yaitu COCOMO 81, kemudian setelah itu merujuk pada COCOMO II. (Sunita Devnani-Chulani, 1998)

Versi pertama dari model COCOMO adalah COCOMO 81 yang terdiri dari 3 level model dimana level-level tersebut sesuai dengan analisa dari estimasi biaya secara terperinci. Level pertama (*basic*) menyediakan perkiraan awal secara kasar [18]. Level kedua merupakan modifikasi dari level pertama dengan menggunakan faktor tambahan yaitu jumlah proyek dan proses multipliers [20]. Level yang paling detail menyediakan perkiraan untuk fase yang berbeda dari proyek. COCOMO 81 mengasumsikan bahwa sebuah *software* yang dikembangkan mengacu kepada proses pengembangan *Waterfall* yang cenderung menggunakan standar pemrograman seperti C atau FORTRAN. [9] Namun, banyak terjadi perubahan secara radikal pada proyek pengembangan perangkat lunak sejak versi awal yang diusulkan sehingga model prototipe dan incremental sekarang biasa digunakan untuk model proses. (Sommerville, 2004)

Pada tahun 1981, Barry Boehm mendesain COCOMO untuk memberikan estimasi/perkiraan jumlah *person-months* untuk

mengembangkan suatu produk perangkat lunak [21]. Referensi pada model ini dikenal dengan nama COCOMO 81 [22]. Model estimasi COCOMO telah digunakan oleh ribuan manajer proyek suatu proyek perangkat lunak, dan berdasar pada pengalaman dari ratusan proyek sebelumnya. [11] Secara umum, referensi COCOMO sebelum 1995 merujuk pada model original COCOMO yaitu COCOMO 81, kemudian setelah itu merujuk pada COCOMO II. COCOMO II adalah suatu usaha untuk memperbarui model estimasi biaya perangkat lunak COCOMO yang dipublikasikan dalam *Software Engineering Economics* oleh Dr. Barry Boehm pada tahun 1981[16]. Usaha penelitian COCOMO dilakukan oleh Direktur Pusat Rekayasa Perangkat Lunak di University Of Southern California, Dr. Barry Boehm dan beberapa peneliti lainnya. (Boehm, 2000).

Proyek Kecil

- Tim memiliki anggota sedikit (2-3 orang)
- Mudah dimodelkan
- Memiliki penyelesaian tidak terlalu rumit
- Perhitungan $EFFORT = a * SIZE + b$

Proyek Besar

- Semakin banyak tim yang dimiliki, semakin kompleks proyek yang akan Dikerjakan
- Perhitungan $EFFORT = a * SIZE$

(Dimana a dan b adalah faktor penskalaan)

Selain itu COCOMO memiliki kriteria tipe proyek, yaitu organik, semi detached dan embedded dimana masing-masing kriteria memiliki ciri-ciri sebagai berikut:

a) Organik

- Merupakan proyek rutinitas
- Proyek yang dikerjakan mudah dipelajari
- Tim *work* bekerja secara efisien
- Proyek yang dikerjakan memiliki sedikit hambatan
- Umumnya sistem kecil

b) *Semi-Detached*

- Pada pertengahan antara organic dan embedded
- Memiliki sistem yang kompleks, tetapi proyek bukanlah sesuatu yang baru
- Tim bisa terdiri dari tenaga yang berpengalaman dan belum berpengalaman

c) *Embedded*

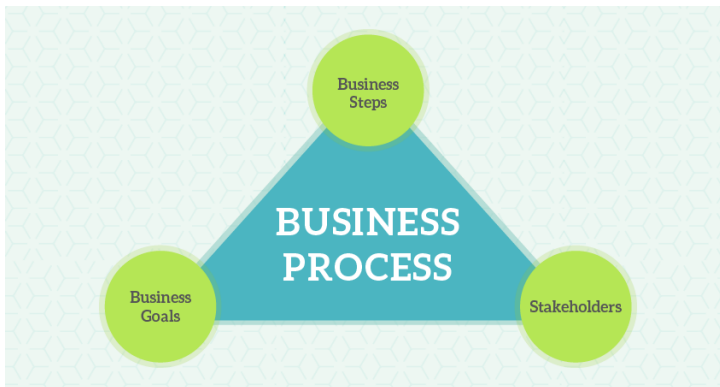
- Memiliki tingkat kesulitan lebih bila dibandingkan organik dan semi *detached*
- Proyek yang dikerjakan cukup besar (*software* untuk kontrol nuklir, atau pesawat luar angkasa)
- Tim sebagian besar terdiri dari tenaga yang berpengalaman
- Proyek yang dikerjakan merupakan sesuatu yang baru
- Biasanya memiliki hambatan yang cukup besar

d) *Submodel COCOMO II*

- *Komposisi Website*
Model Komposisi *Website* mendukung tahapan ini dan beberapa aktivitas pembuatan prototipe lain selanjutnya akan muncul dalam siklus hidup.
- *Early Design*
Model ini menggunakan *Function Points* untuk pengukuran, dan satu set dari lima penggerak biaya yang masih kasar.
- *Post Architecture*
Pada saat proyek siap untuk dikembangkan, proyek harus memiliki arsitektur siklus hidup yang memberikan informasi yang lebih akurat pada masukan-masukan penggerak biaya dan memungkinkan estimasi biaya untuk lebih akurat.

2.2.5 Proses Bisnis

Proses bisnis adalah suatu kumpulan aktivitas atau pekerjaan terstruktur yang saling terkait untuk menyelesaikan suatu masalah tertentu atau yang menghasilkan produk atau layanan (demi meraih tujuan tertentu). Suatu proses bisnis dapat dipecah menjadi beberapa subproses yang masing-masing memiliki atribut sendiri tetapi juga berkontribusi untuk mencapai tujuan dari superprosesnya [23].



Gambar 2.3 Proses Bisnis

Menurut (Hannus, 1994), proses bisnis adalah entitas yang terdiri dari aktivitas dan operasi terkait yang dimulai dari kebutuhan customer dan selesai dengan memenuhi kebutuhannya. (Smeds et al., 1999) mendefinisikan proses bisnis sebagai rangkaian aktivitas manusia yang kompleks dan dinamis, didukung oleh teknologi, dihubungkan oleh aliran material dan informasi, serta diintegrasikan ke dalam rantai nilai ekonomi untuk menciptakan nilai bagi pelanggan dan keuntungan bagi para pemangku kepentingan.

2.2.6 Scale Drivers

Dalam COCOMO II scale drivers memiliki tingkat rating yang dapat dipilih berdasar pada aturan bahwa terdapat source yang signifikan dari variasi eksponensial pada usaha proyek atau

variasi produktivitas. Setiap skala rating mempunyai rentang dari Very Low hingga Extra High. Setiap tingkat rating memiliki bobot yang disebut W, nilai spesifik dari bobot disebut faktor skala [24].

Untuk mengetahui *Scale factor*, telah ada beberapa parameter pengukuran dengan disertai bobotnya. Namun, untuk pemberian skor terhadap masing-masing parameter tersebut membutuhkan penilaian obyektif yang didapatkan melalui kegiatan pengambilan data melalui *survey* terhadap beberapa responden atau partisipan dengan kriteria tertentu[25]. Maka, dalam tahap ini nantinya akan disebar kuisioner untuk memberikan penilaian pada paramater dalam faktor eksponen sesuai dengan kaidah statistika serta penentuan respondennya yaitu dengan pendekatan mahasiswa yang telah memiliki kompetensi terhadap hal-hal yang akan dinilai tersebut. Perhitungan Faktor Eksponen menggunakan persamaan sebagai berikut. (Ochodek M., 2011)

$$E = B + 0,01 \times \sum_{j=1}^5 SF_j$$

$B = 0,91$ (Centre of Software Engineering, 1997)

Faktor skala ada lima, yaitu Precedentedness (PREC), Development Flexibility (FLEX), Risk Resolution (RESL), Team Cohesion (TEAM), Project Maturity (PMAT).

2.2.7 Nilai Faktor Usaha (Effort Multipliers)

Berikut ini akan dijabarkan 17 EM yang digunakan dalam submodel Post Architecture COCOMO II untuk menentukan usaha nominal yang menggambarkan proyek perangkat lunak yang sedang dikembangkan. Masing-masing EM dibagi ke dalam 6 kelas, mulai dari very low hingga extra high. 17 EM tersebut dikelompokkan ke dalam 4 kelompok yaitu : product, platform, personnel, dan project. (Eko Handoyo, 2006).

Tabel 2.2 Faktor Biaya dan Pengelompokannya

Kelompok	<i>Effort Multipliers</i>
<i>Product</i>	RELY, DATA, CPLX, RUSE, DOCU
<i>Platform</i>	TIME,STOR,PVOL
<i>Personnel</i>	ACAP,PCAP,PCON,AEXP,PEXP,LTEX
<i>Project</i>	TOOL,SITE,SCED

Sumber : Boehm, B., Clark, B., Horowitz, E., Westland, C., Madachy, R., and Selby, R., *Cost Models for Future Life Cycle Processes: COCOMO II*, Science Publisher, Amsterdam, 1995

2.2.8 Kompleksitas Proses Bisnis

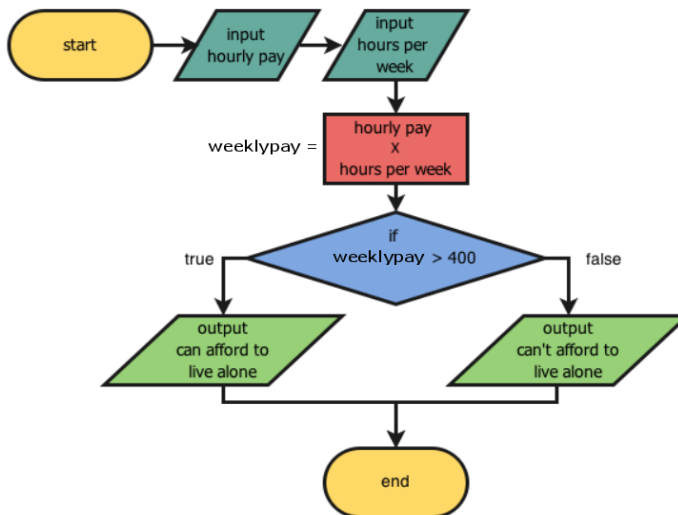
Proses bisnis adalah sistem kompleks aktivitas manusia yang dirancang dan ditingkatkan untuk menciptakan nilai bagi pelanggan (Hannus, 1994). Sebagai hasil dari kebutuhan eksternal, seperti globalisasi, kemajuan teknologi, siklus pengembangan yang lebih pendek dan persaingan yang semakin ketat, proses bisnis menjadi semakin kompleks. Untuk mengatasi kompleksitas proses bisnis intrinsik ini, pada dasarnya ada dua pendekatan yang berbeda: mengurangi kompleksitas yang tidak perlu, dan mengelola kerumitan lainnya. Tujuan utamanya adalah untuk memperbaiki proses bisnis, sehingga memberikan utilitas yang semakin meningkat bagi pemangku kepentingannya[26].

Kompleksitas dapat dikelola dengan memodelkan proses bisnis seperti peta proses dan diagram. Model proses membantu memahami proses yang mendasarinya dengan memvisualisasikannya dan dengan mengungkapkan antarmuka antara aktivitas dan unit organisasi yang berbeda. Sebagai hasil perbaikan bisnis, model proses berkembang dan berubah. Cardoso (2005) mendefinisikan kompleksitas proses bisnis sebagai derajat tingkat kesulitan proses bisnis untuk dianalisa, dipahami dan dijelaskan. Kemudian mengusulkan Contro Flow Complexity (CFC) sebagai metrik pengukuran derajat kompleksitas proses bisnis. Dalam hal ini proses bisnis telah dimodelkan dalam notasi pemodelan tertentu. Kompleksitas yang tidak perlu dalam proses bisnis kemungkinan akan mengakibatkan kegagalan proses. Penelitian yang dilakukan oleh (Latva-Koivisto, 2001),

mengungkapkan bahwa kompleksitas proses bisnis dapat diukur dengan menggunakan Cyclomatic complexity. Metric ini selain sederhana, lebih modular dibandingkan dengan metric pengukuran kompleksitas lainnya. (Cardoso et al., 2006) juga merekomendasikan Cyclomatic complexity sebagai metric pengukuran kompleksitas.

2.2.9 Workflow

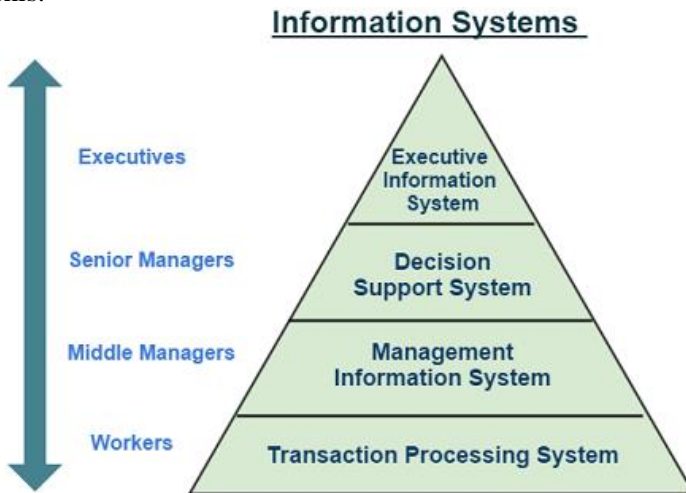
Workflow adalah otomatisasi proses bisnis yang meliputi perpindahan dokumen melalui suatu prosedur kerja. Proses otomatisasi ini dilakukan oleh Aplikasi Sistem Management Workflow yang merupakan suatu program komputer yang berfungsi untuk menyimpan dokumen serta mendistribusikan data. Workflow ini bermanfaat antara lain untuk memastikan proses bisnis dilakukan sesuai prosedur [27]. Mempermudah pemahaman tentang alur kerja pada suatu perusahaan.



Gambar 2.4 Workflow Diagram

2.2.10 Sistem Informasi

Sistem Informasi adalah kombinasi dari teknologi informasi dan aktivitas orang yang menggunakan teknologi itu untuk mendukung operasi dan manajemen. Dalam arti yang sangat luas, istilah sistem informasi yang sering digunakan merujuk kepada interaksi antara orang, proses algoritmik, data, dan teknologi. Dalam pengertian ini, istilah ini digunakan untuk merujuk tidak hanya pada penggunaan organisasi teknologi informasi dan komunikasi (TIK), tetapi juga untuk cara di mana orang berinteraksi dengan teknologi ini dalam mendukung proses bisnis.

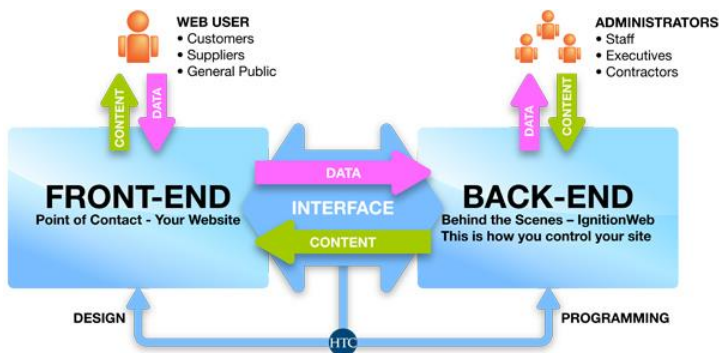


Gambar 2.5 Information System

2.2.11 Software

Software adalah kumpulan instruksi yang berfungsi untuk menjalankan suatu perintah, seperti memberikan informasi tentang hardware, menentukan fungsi hardware, dan menjalankan sistem. Pengembangan suatu software saat ini merupakan suatu hal yang penting dalam menunjang suatu proses bisnis agar sebuah perusahaan dapat terus bersaing di era global. Perkembangan

software computer merupakan salah satu industry yang paling cepat di dunia saat ini [2]. Akurasi estimasi dari usaha pengembangan software merupakan hal yang bersifat kritis dalam software engineering[28]. Pengembangan software dilakukan berdasarkan analisa masa depan atau kondisi tertentu suatu perusahaan. Adalah suatu hal yang penting untuk membuat perkiraan biaya dan durasi proyek dari sebuah proyek pengembangan suatu software. Permasalahan dalam *cost estimation* dalam pengembangan sebuah software masih belum terselesaikan[29]. Berdasarkan penelitian dari Stadish Groups's Chaos reports 53% proyek pengembangan software mengalami pembengkakan pembiayaan hingga sebesar 189%, saat hanya 16% proyek pengembangan software yang budget pengeluarannya sesuai dengan perencanaan awal proyek [7]. Effort estimation dan cost estimation yang dibutuhkan dalam pengembangan sebuah software bersifat intangible[30]. Maka dari itu akurasi dan efisiensi dari cost estimation dalam suatu proyek pengembangan software menjadi sangat penting [18].



Gambar 2.6 Software Component

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB III METODE PENELITIAN

Metodologi dalam peneitian tugas akhir ini dijadikan sebagai panduan dalam pengerjaan tugas akhir. merupakan pendekatan yang digunakan dalam tugas akhir ini:

3.1 Metode Pengerjaan



Gambar 3. 1 Metodologi Penelitian

3.2 Uraian Metodologi

Berikut merupakan penjelasan dari masing-masing tahap dalam metodologi penelitian tugas akhir.

3.2.1 Studi Literatur

Pada tahapan ini dilakukan pengumpulan berbagai data dan informasi serta mengkaji pustaka tentang konsep serta metode yang digunakan untuk menyelesaikan permasalahan.. Setelah mengetahui permasalahan, faktor-faktor yang mempengaruhi permasalahan dan juga batasannya, maka langkah berikutnya yaitu menentukan metode penyelesaian permasalahan. Untuk memilih metode yang sesuai dengan permasalahan, maka diperlukan analisis terhadap metode-metode yang telah ada yang berasal dari laporan penelitian dengan permasalahan yang sama.

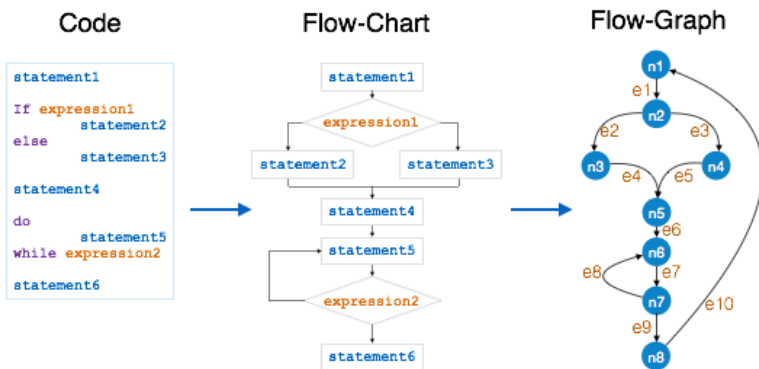
3.2.2 Melakukan Pengumpulan data

Pengumpulan data pada sebuah penelitian dapat dilakukan dalam berbagai setting, berbagai sumber, dan berbagai cara (Sugiyono, 2016). Jika dilihat dari segi settingnya, data dikumpulkan pada setting alamiah, pada sebuah eksperimen atau diskusi dan sebagainya. Sedangkan dari sumber datanya, pengumpulan data dapat menggunakan sumber data primer yaitu sumber data yang langsung memberikan data kepada pengumpul data dan data sekunder yang merupakan sumber data yang tidak langsung memberikan data kepada pengumpul data, atau data sekunder dapat diperoleh melalui orang lain atau dokumen. Selanjutnya jika dilihat dari segi cara atau teknik pengumpulan data, maka teknik pengumpulan data dapat dilakukan dengan literatur review (studi kepustakaan), observasi (pengamatan), interview (wawancara), kuesioner (angket), dokumentasi dan gabungannya

3.2.3 Membuat Model Workflow Complexity

Pada tahapan ini dilakukan pembuatan model Cyclomatic. Model ini dibuat berdasarkan hasil pengumpulan data yang telah dilakukan. Pemodelan ini juga dilakukan penghitungan

berdasarkan jumlah node dan edge pada model workflow yang telah dibuat sesuai dengan metode cyclomatic complexity. Pemodelan ini berangkat dari activity diagram yang kemudian dirubah ke dalam bentuk flow-graph. Kemudian berdasarkan bentuk akhir dari pemodelan itu, dihitung jumlah node dan edge pada flow graph. Selanjutnya, dilakukan penghitungan berdasarkan jumlah node dan edge



Gambar 3.2 model Workflow Complexity

3.2.4 Melakukan Uji Coba Cyclomatic pada COCOMO II

Pada tahapan ini akan dilakukan pembobotan pada setiap ratings level Workflow Complexity, yang dimana penilaian pembobotan dilakukan berdasarkan uji pengambilan data pada sebuah grafik untuk setiap level ratings, yang dimana nilai effort multipliers yang didapatkan berdasarkan hasil dari rata-rata dari setiap level pada grafik yang sudah dibuat. Pembobotan akan dimasukkan ke dalam 6 kategori *very low*, *low*, *Nominal*, *High*, *Very High*, dan *extra High*.

Tabel 3.1 Effort Multiplier

		Rating				
Cost factors	Description	Very low	Low	Nominal	High	Very high
Product						
Rely	Required software reliability	0.75	0.88	1	1.15	1.40
Data	Database size	-	0.94	1	1.08	1.16
Cplx	Product complexity	0.70	0.85	1	1.15	1.30
Computer						
Time	Execution time constraint	-	-	1	1.11	1.30
Stor	Main storage constraint	-	-	1	1.06	1.21
Virt	Virtual machine volatility	-	0.87	1	1.15	1.30
Turn	Computer turnaround time	-	0.87	1	1.07	1.15
Personnel						
Acap	Analyst capability	1.46	1.19	1	0.86	0.71
Aexp	Application experience	1.29	1.13	1	0.91	0.82
Pcap	Programmer capability	1.42	1.17	1	0.86	0.70
Vexp	Virtual machine volatility	1.21	1.10	1	0.90	-
Lexp	Language experience	1.14	1.07	1	0.95	-
Project						
Modp	Modern programming practice	1.24	1.10	1	0.91	0.82
Tool	Software tools	1.24	1.10	1	0.91	0.83
Seed	Development schedule	1.23	1.08	1	1.04	1.10

3.2.5 Penarikan Kesimpulan dan saran

Pada tahap akhir penelitian ini dilakukan penarikan kesimpulan yang menjawab tujuan dari penelitian ini. Selain itu juga diberikan saran bagi pengembang perangkat lunak untuk ke depannya maupun untuk penelitian selanjutnya yang memiliki topic relevan dengan studi kasus ini. Kesimpulan dibuat berdasarkan hasil studi literatur, sistematika metode penelitian, implemementasi, pengujian dan penyusunan hasil yang diperoleh dari pengukuran biaya perangkat lunak menggunakan Constructive Cost Model II (COCOMO II) yang telah dimodifikasi dengan menambahkan proses bisnis pada faktor kompleksitasnya.

3.2.6 Penyusunan Laporan Tugas Akhir

Penyusunan laporan merupakan tahap akhir dari proses-proses yang telah dilakukan sebelumnya. Disini dilakukan dokumentasi terhadap proses-proses yang telah dilakukan dan kesimpulan dari permasalahan yang didapatkan. Seluruh pelaksanaan ataupun pengerjaan tugas akhir ini akan didokumentasikan dengan mengikuti format yang telah ditetapkan oleh laboratorium Manajemen Sistem Informasi serta yang berlaku di Jurusan Sistem Informasi ITS

BAB IV PERANCANGAN

Pada bab ini akan dijelaskan mengenai hal-hal yang terkait dengan perancangan penelitian Tugas Akhir, mulai dari rancangan penelitian hingga strategi pelaksanaan.

4.1 Objek Penelitian

Objek yang akan diteliti pada penelitian ini adalah proses bisnis berupa IMS (Integrated Management System) yang dimiliki oleh Indonesia Power yang dimana menggambarkan proses bisnis pada bagian spesifik tertentu. Proses bisnis saat ini yang terdapat pada Indonesia Power dimodelkan dengan IMS yang kemudian akan dibuat model cyclomatic complexity.

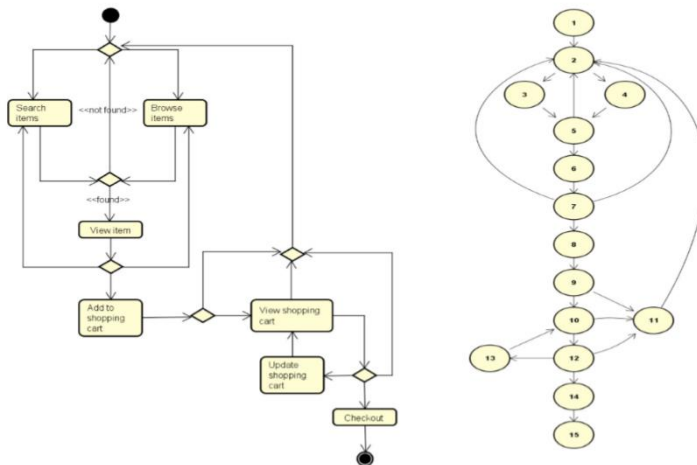
4.2 Data yang Diperlukan

Bagian ini menjelaskan mengenai data yang diperlukan dalam penelitian tugas akhir ini. Adapun data-data yang diperlukan antara lain sebagai berikut:

1. Gambaran struktur organisasi Indonesia Power
2. Gambaran proses bisnis yang secara spesifik akan dimodelkan menjadi cyclomatic
3. Setiap model proses bisnis yang dimodelkan dapat mewakili kelima tingkatan effort multiplier

4.3 Pemodelan Cyclomatic

Bagian ini menunjukkan cara merubah bentuk activity Diagram IMS yang didapatkan menjadi bentuk sederhana Cyclomatic yang menitik beratkan pada jumlah node dan edge dari setiap proses bisnis yang dimodelkan



Gambar 4.1 Model Cyclomatic

4.4 Racangan Acuan Penilaian Data

Pada tahapan ini akan dijelaskan mengenai standar penilaian yang digunakan sebagai acuan pembobotan model cyclomatic complexity yang berawal dari IMS proses bisnis spesifik di Indonesia Power. Dalam hal ini, paper penelitian Muhammad Asep Subandri dan Riyanarto Sarno yang berjudul “*Cyclomatic Complexity for Determining Product Complexity Level in COCOMO II*” dijadikan acuan penilaian cyclomaticnya.

Tabel 4.1 Kategori Rating

CC	CPLX Rating
1 to 4	Very Low
5 to 10	Low
11 to 20	Nominal
21 to 40	High
41 to 50	Very High
>50	Extra High

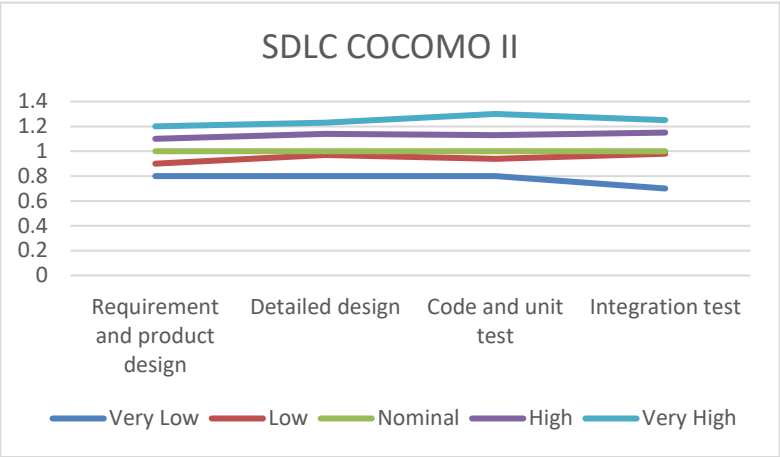
4.5 *Expert Judgement*

Penilaian ahli yang digunakan dalam penelitian ini yaitu Kepala divisi Indonesia Power. Penilaian ahli tersebut dibutuhkan untuk melakukan pembobotan terhadap effort multiplier pada setiap klasifikasi Workflow Complexity, yang dimana peniliannya dilakukan terhadap setiap tingkatan 4 fase SDLC yaitu

1. Requirement and Product Design
2. Detailed Design
3. Code and Unit Test
4. Integration and Test

Tabel 4.2 Form Pembobotan Effort Multiplier

Phase	Requirement and Product Design	Detailed Design	Code And Unit Test	Integration Test	Average
Very Low	-	-	-	-	-
Low	-	-	-	-	-
Nominal	-	-	-	-	-
High	-	-	-	-	-
Extra High	-	-	-	-	-



Gambar 4.2 SDLC COCOMO II

BAB V IMPLEMENTASI

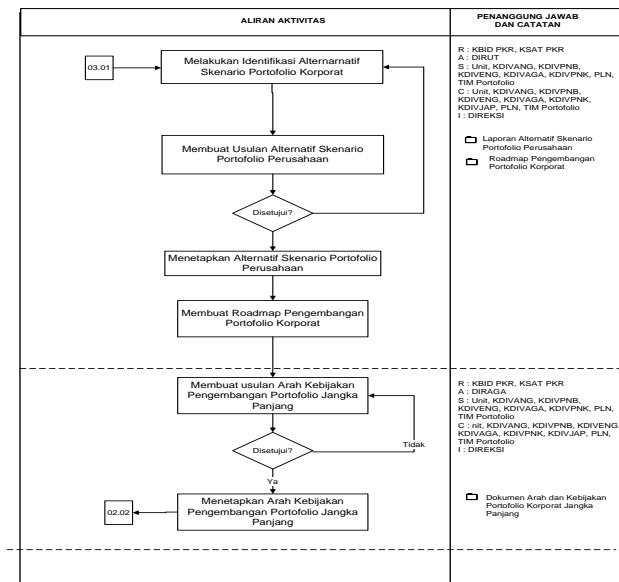
Pada bab ini akan dijelaskan mengenai hal-hal yang terkait dengan penentuan nilai effort multiplier untuk Workflow Complexity pada COCOMO II.

5.1 Pengumpulan data

Pengumpulan data dilakukan dengan mengkategorikan 5 proses bisnis yang dilakukan dan mewakili kelima klasifikasi effort multiplier yang terdapat pada COCOMO II.

5.1.1 Penyusunan arah dan kebijakan portfolio Bisnis Korporasi (03.02)

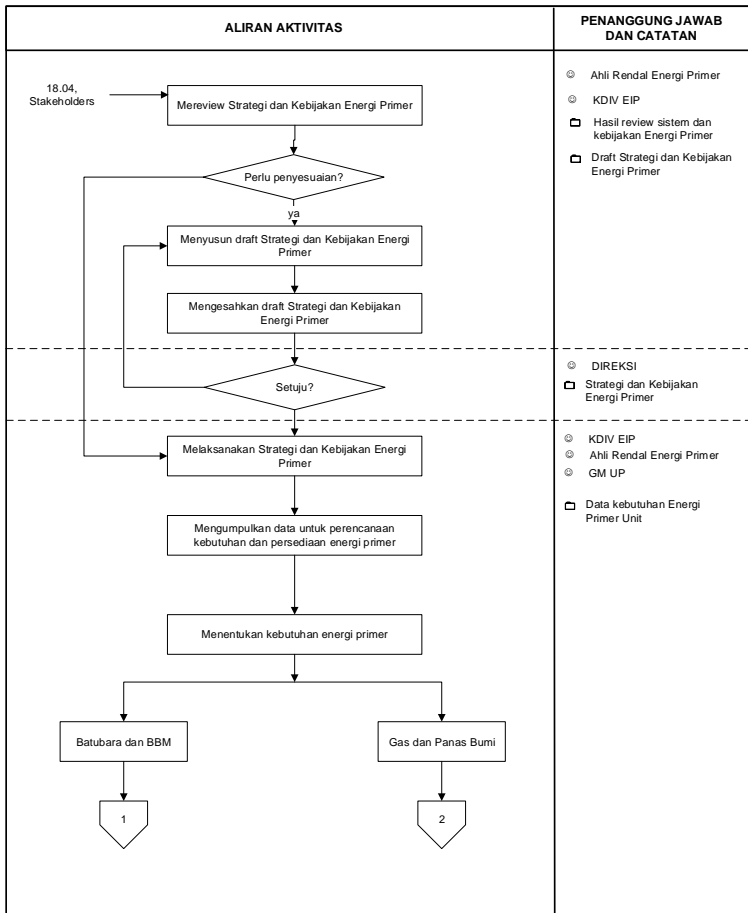
Berikut ini merupakan proses bisnis activity diagram dari perencanaan portfolio bisnis sub proses 03.02

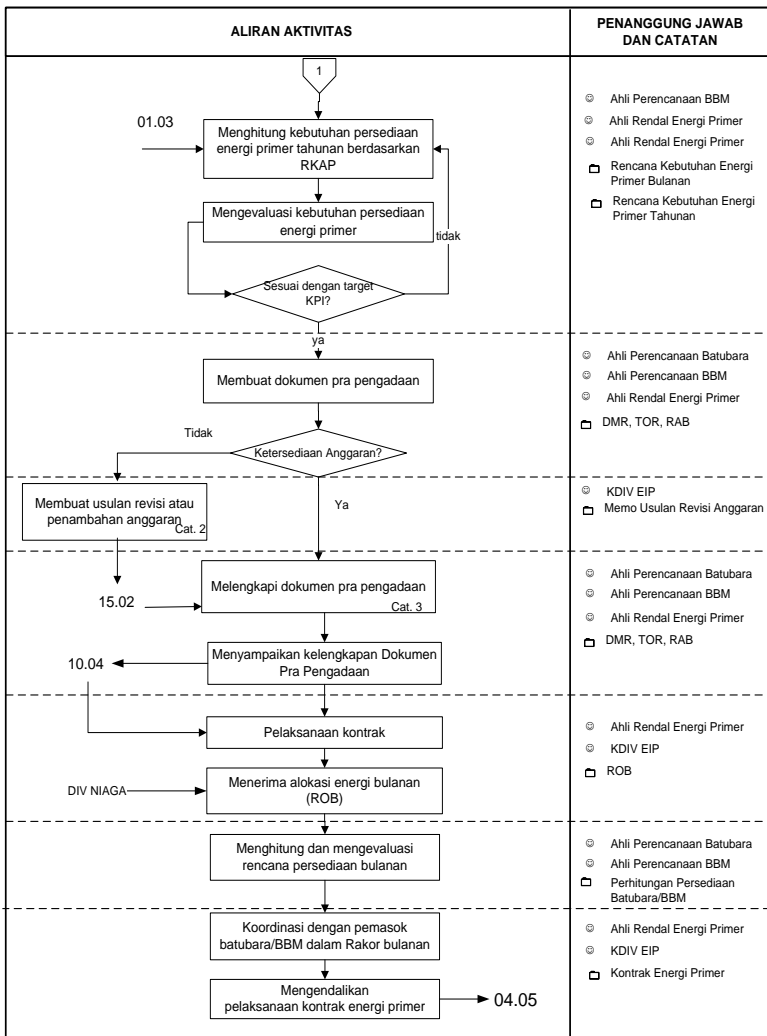


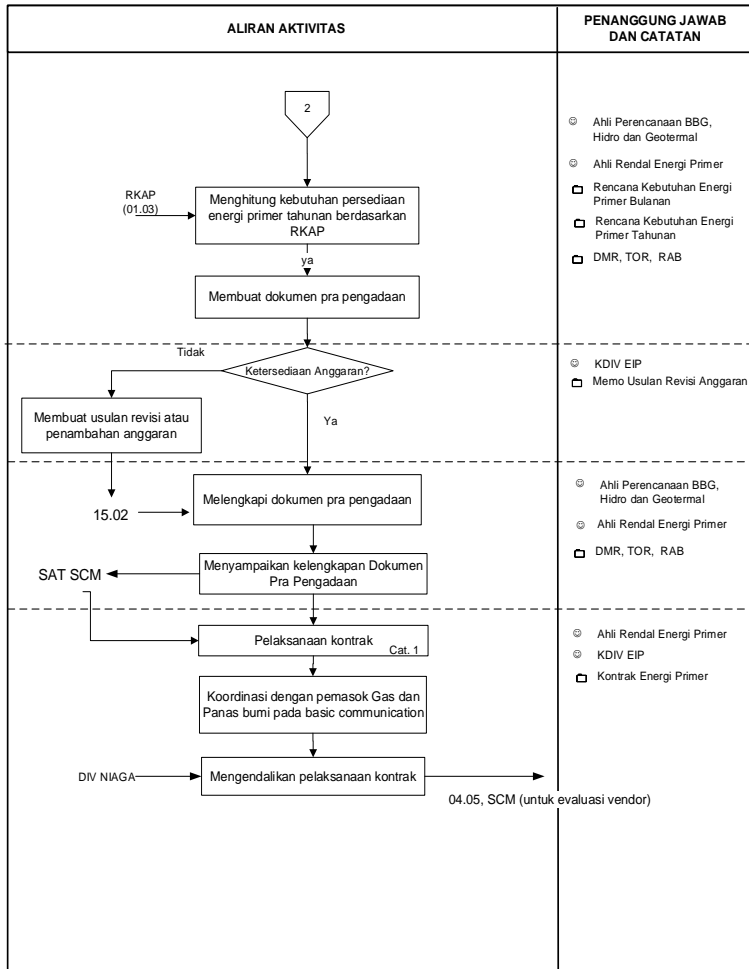
Gambar 5.1 Perencanaan portfolio bisnis

5.1.2 Perencanaan Energi Primer (04.01)

Berikut ini merupakan proses bisnis activity diagram dari Manajemen energi primer sub proses 04.01.



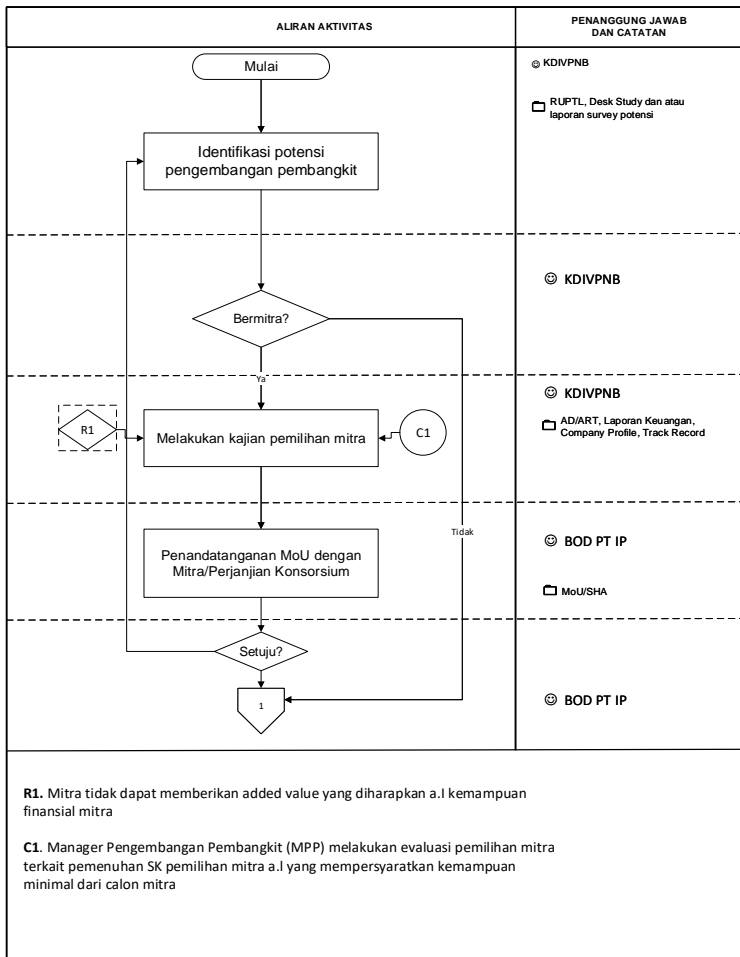


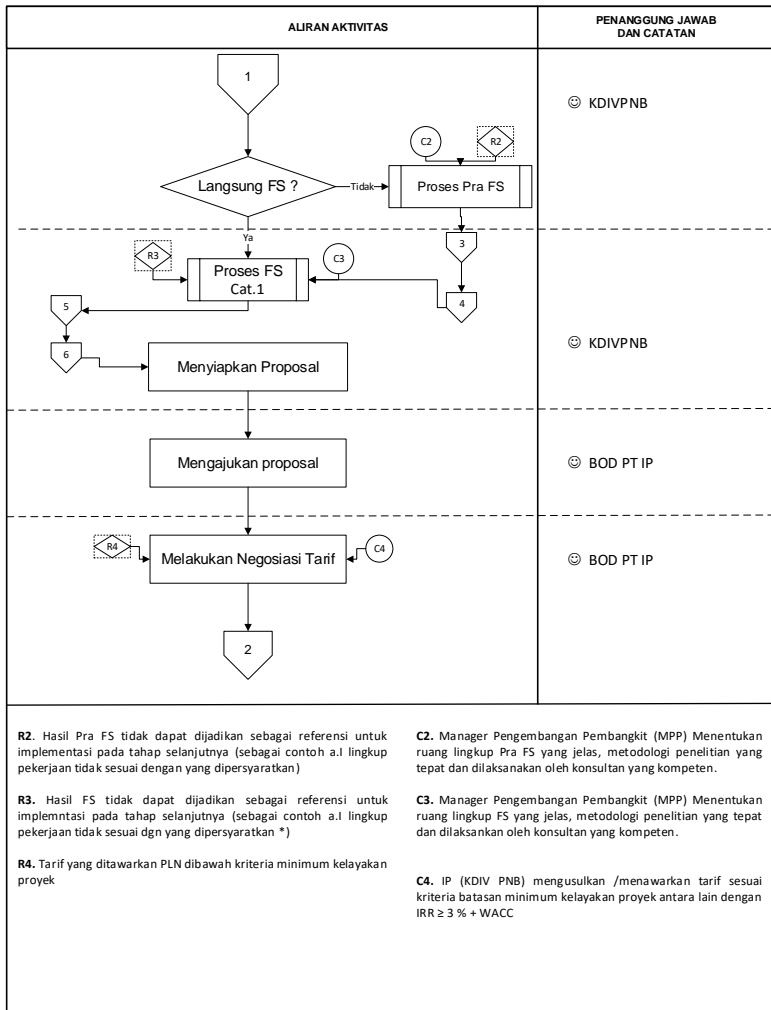


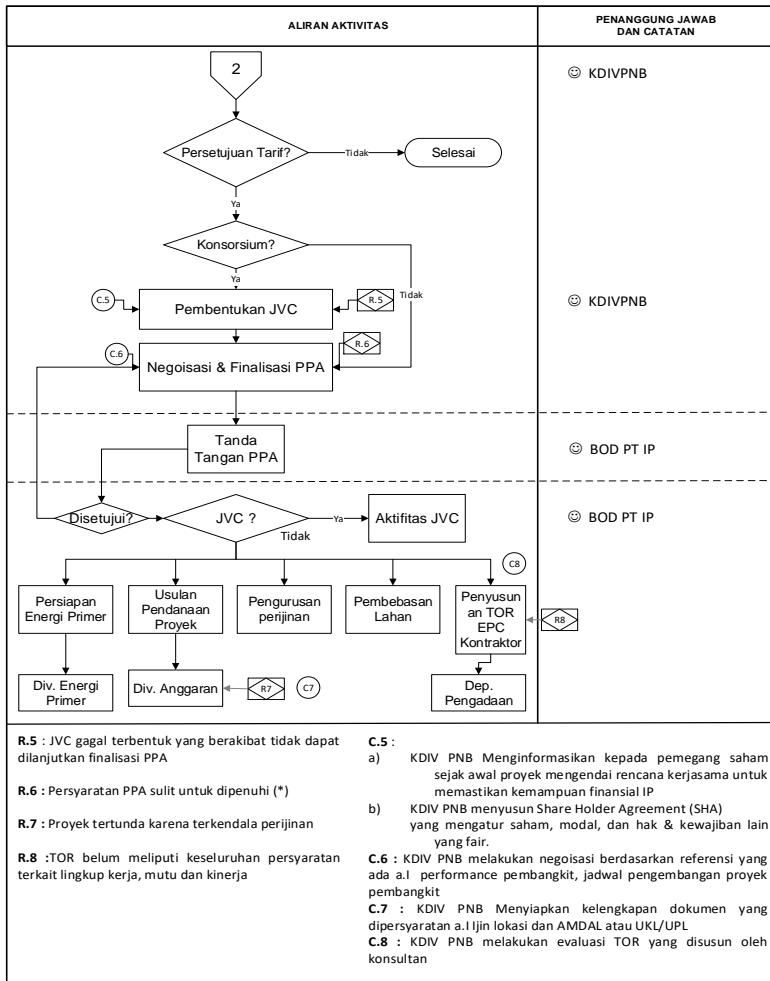
Gambar 5.2 Manajemen Energi Primer

5.1.3 Pengembangan Pembangkit dengan skema penugasan (08.01)

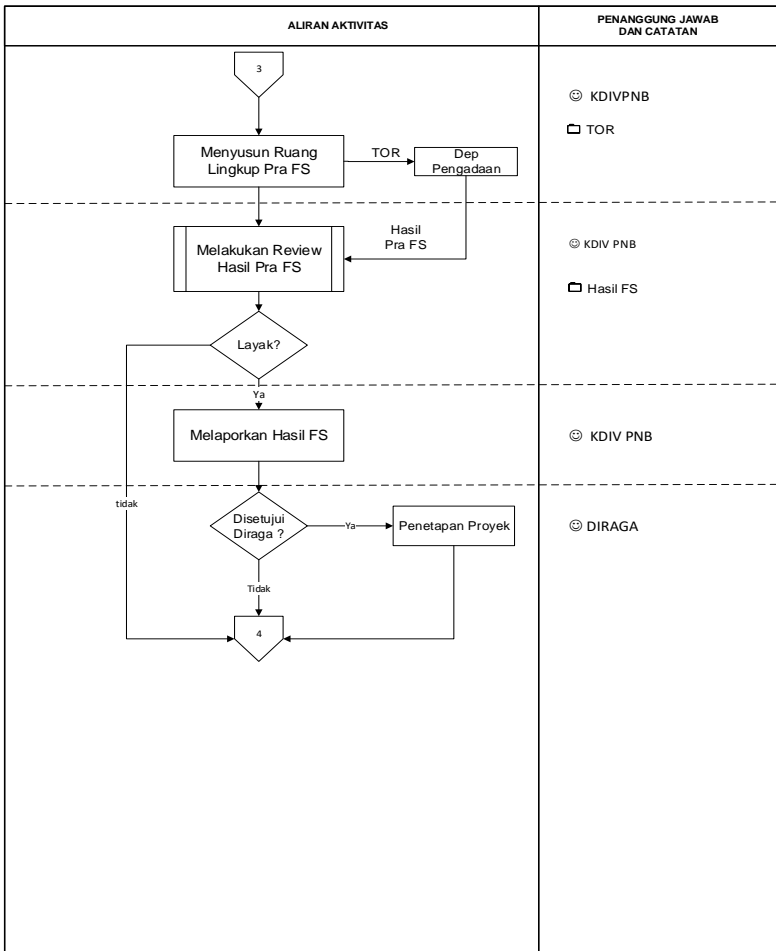
Berikut ini merupakan proses bisnis activity diagram dari Project Development sub proses 08.01







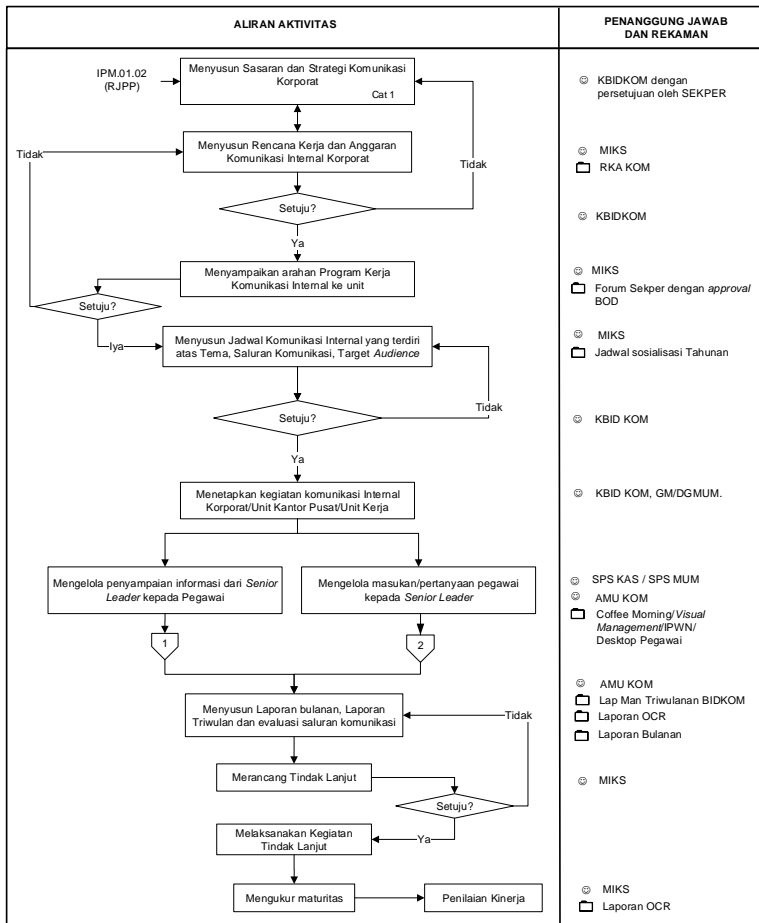
ALURAN AKTIVITAS	PENANGGUNG JAWAB DAN CATATAN
<pre>graph TD; 5{{5}} --> A[Menyusun Ruang Lingkup FS]; A -- TOR --> B[Dep Pengadaan]; B -- Hasil FS --> C[Melakukan Review Hasil FS]; C --> D{Layak?}; D -- Ya --> E[Melaporkan Hasil FS]; D -- Tidak --> F[Proyek Berhenti]; E --> G{Disetujui?}; G -- Ya --> 6{{6}}; G -- Tidak --> F;</pre>	<div>☺ KDIVPNB</div> <div>📁 TOR</div> <div>☺ BOD PT IP</div> <div>☺ BOD PT IP</div> <div>📁 Hasil FS</div>

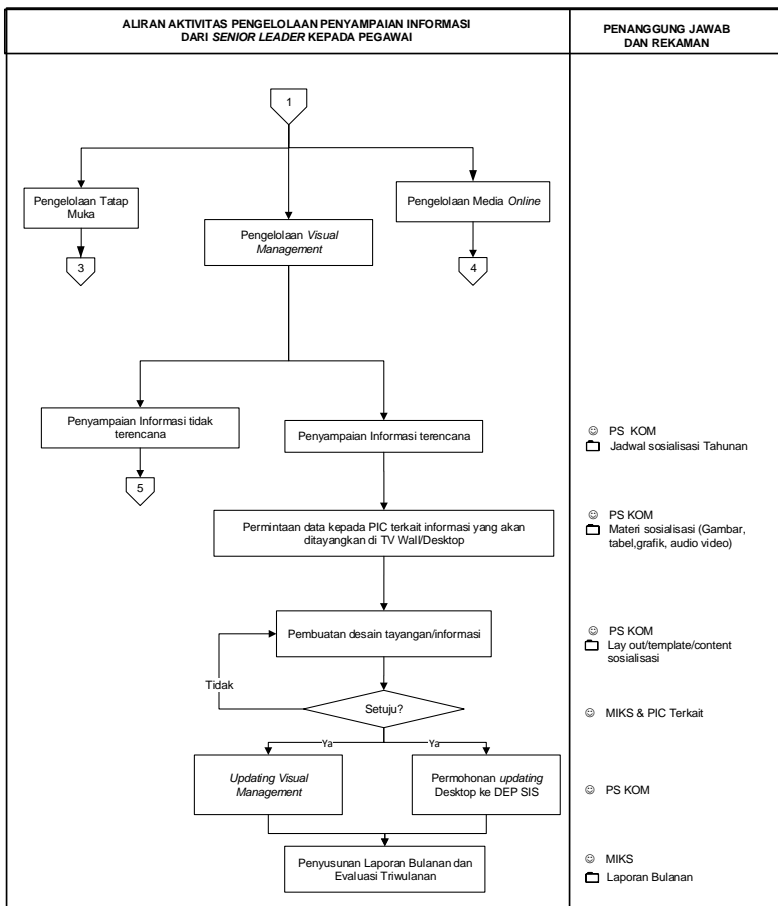


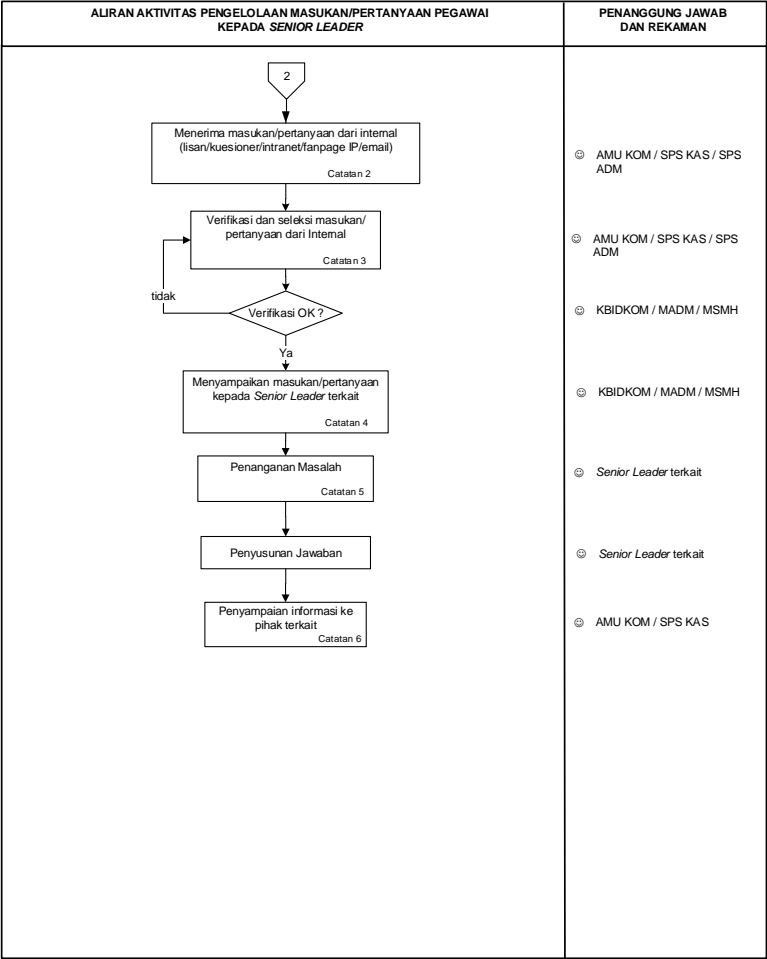
Gambar 5.3 Project Development

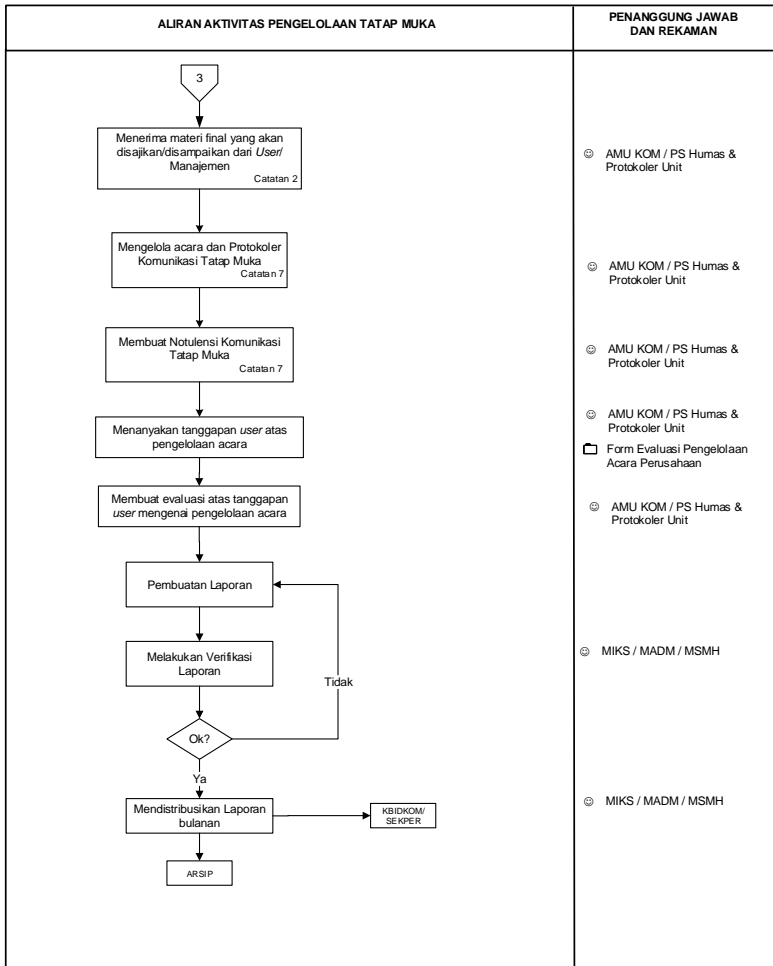
5.1.4 Komunikasi Internal(16.01)

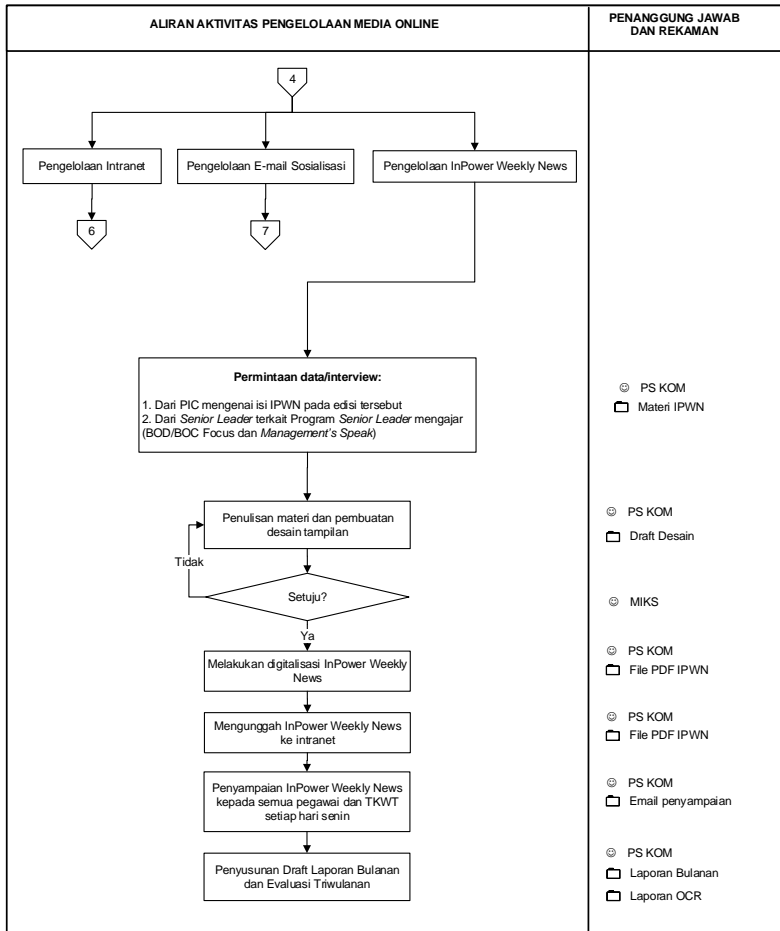
Berikut ini merupakan proses bisnis activity diagram dari Manajemen Hubungan Stakeholders sub proses 16.01.

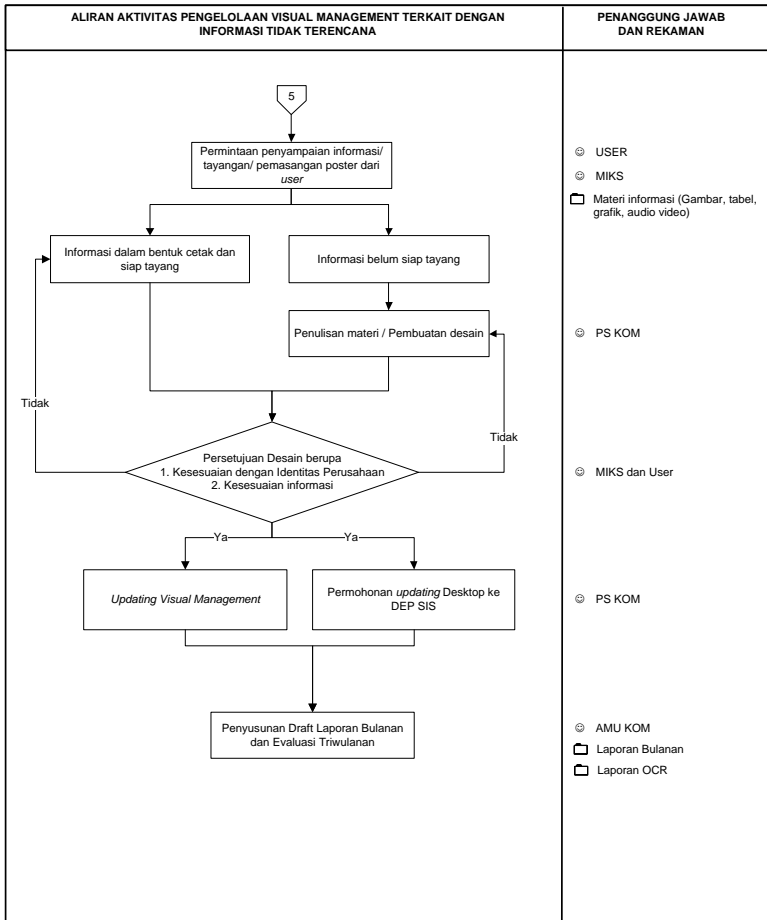


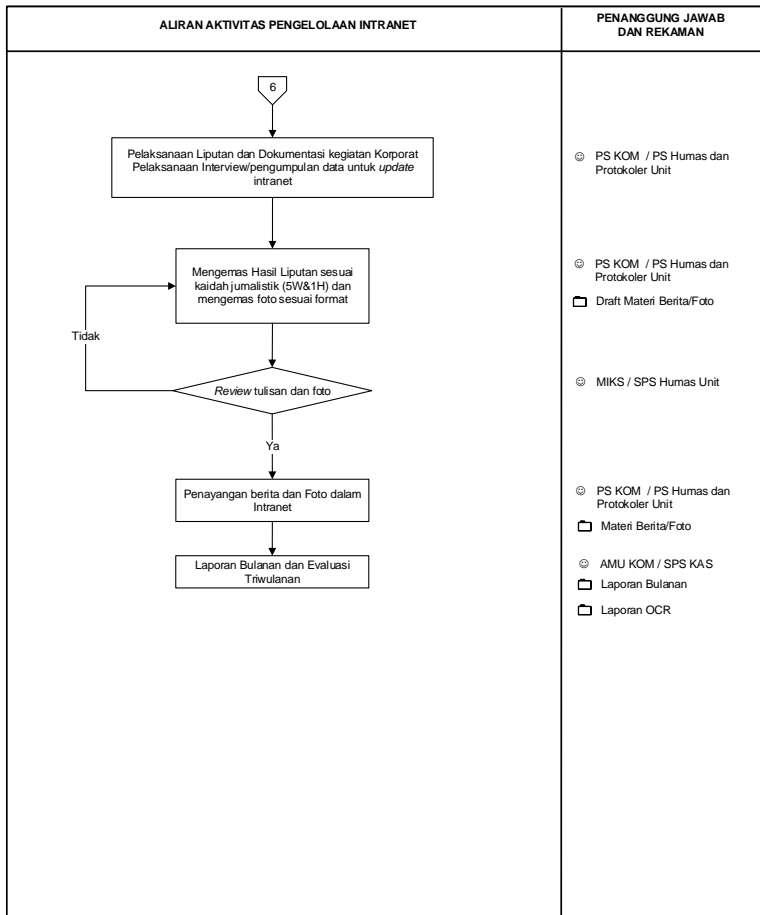


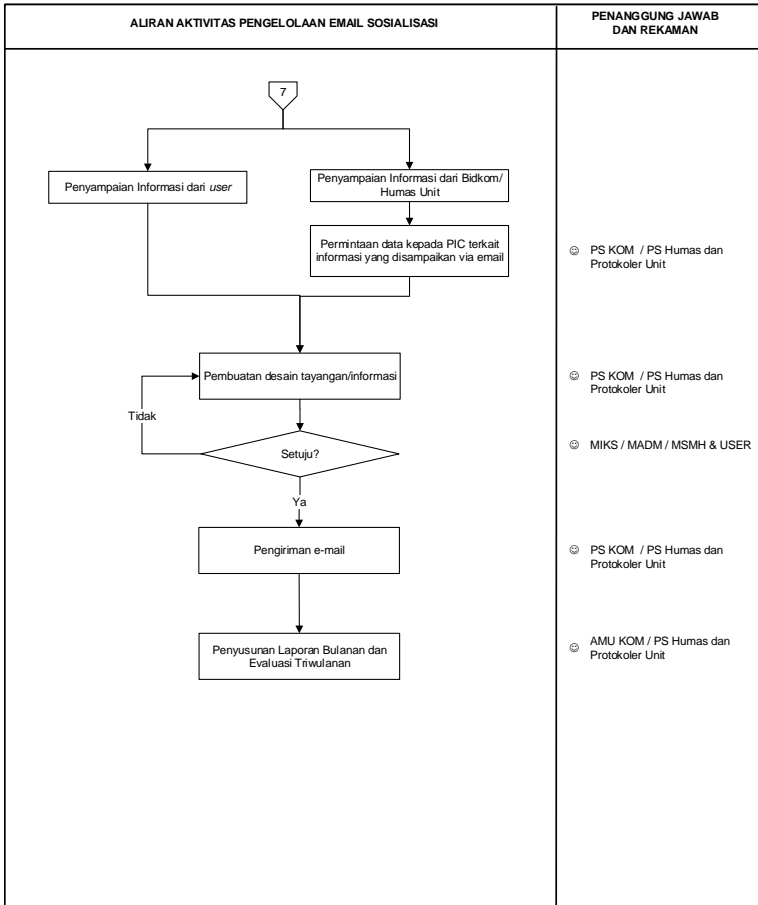








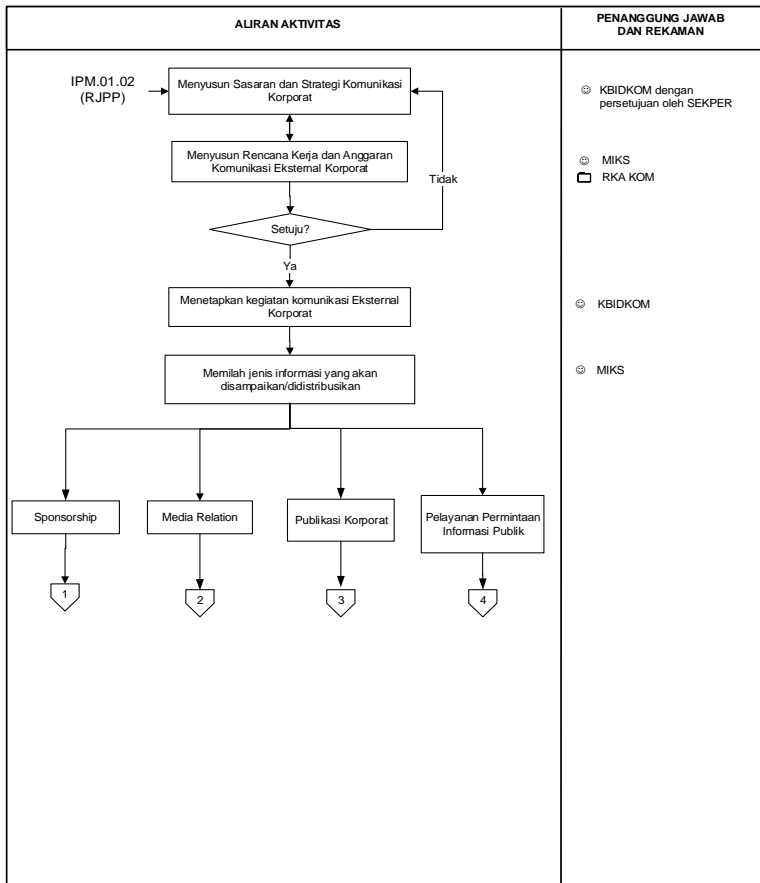


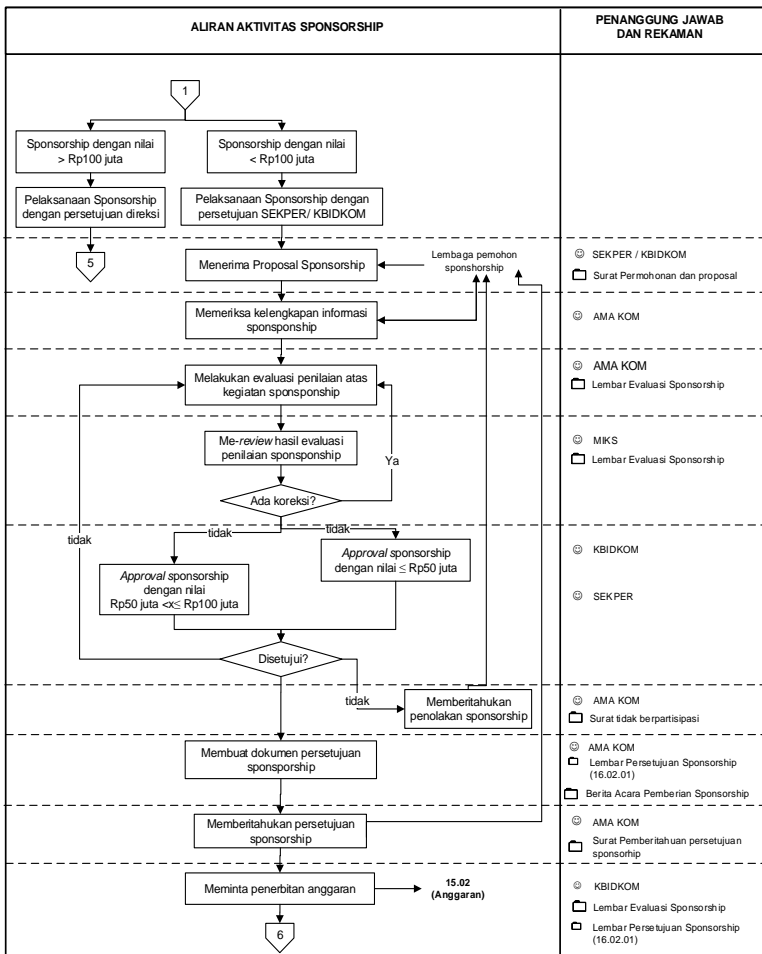


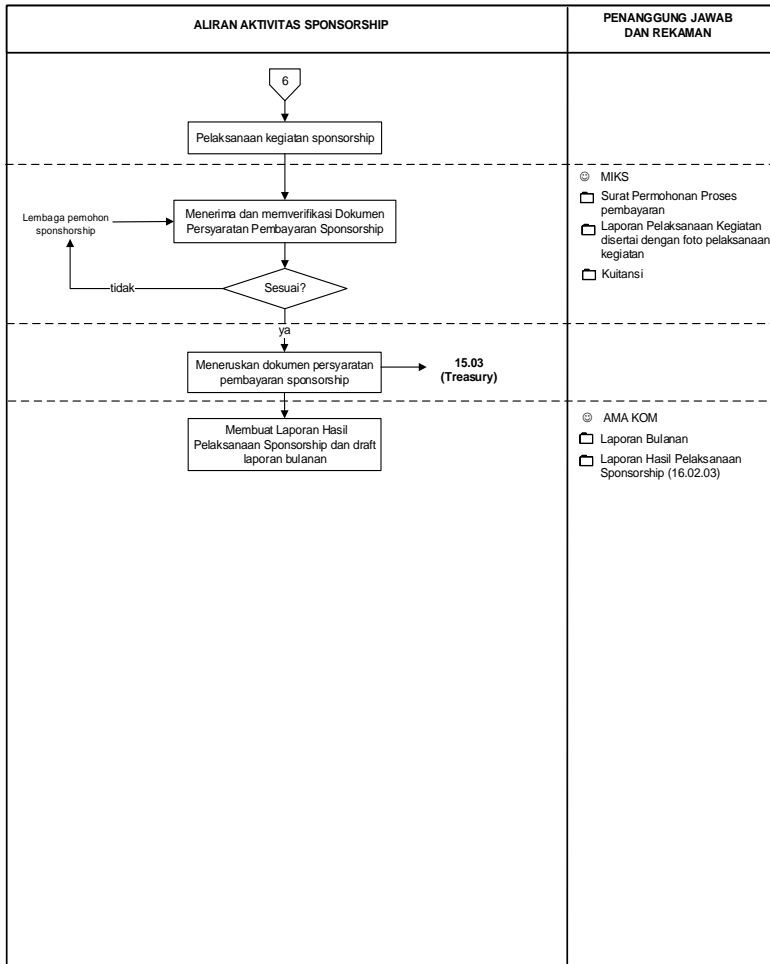
Gambar 5.4 Manajemen Hubungan Stakeholders

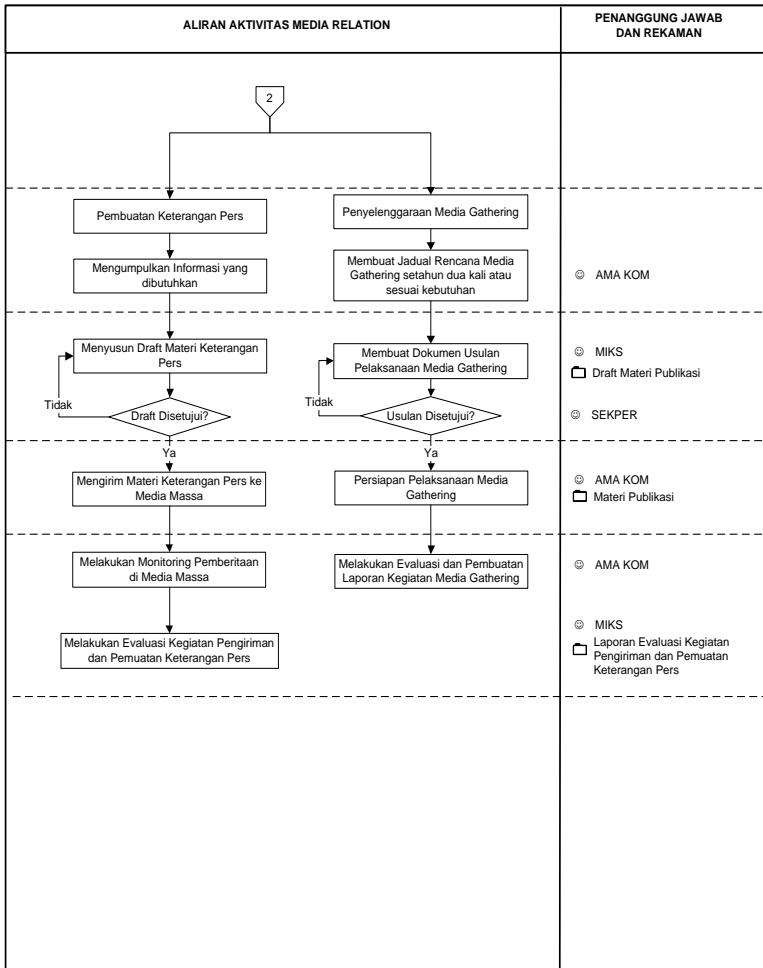
5.1.5 Komunikasi Eksternal (16.02)

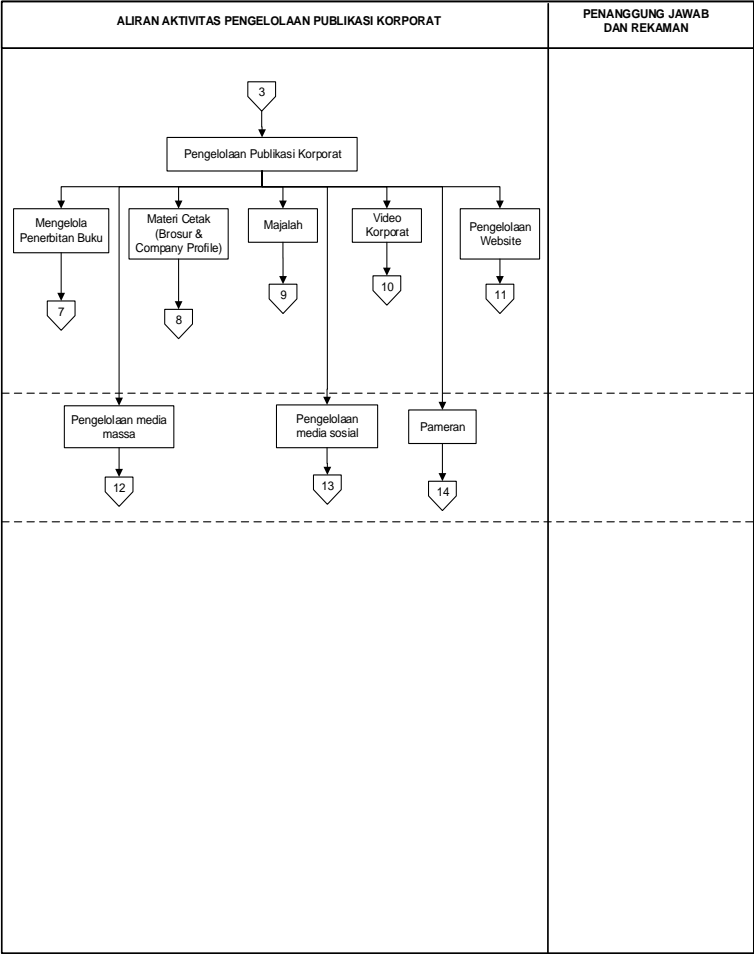
Berikut ini merupakan proses bisnis activity diagram dari Manajemen Hubungan Stakeholders sub proses 16.02

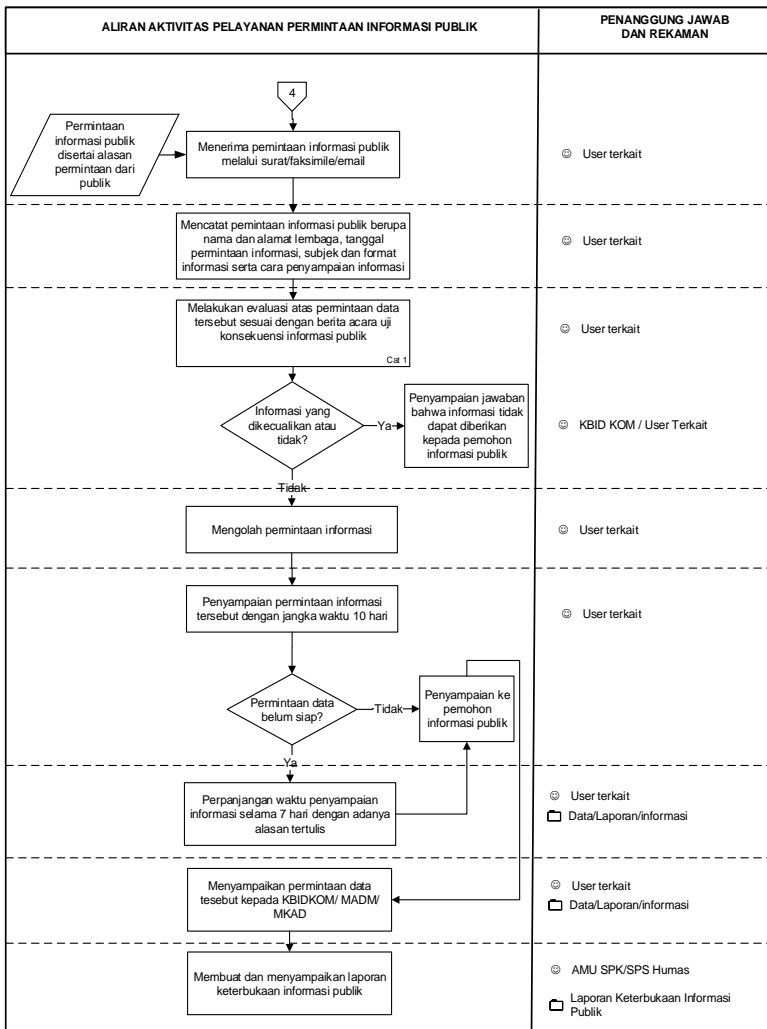


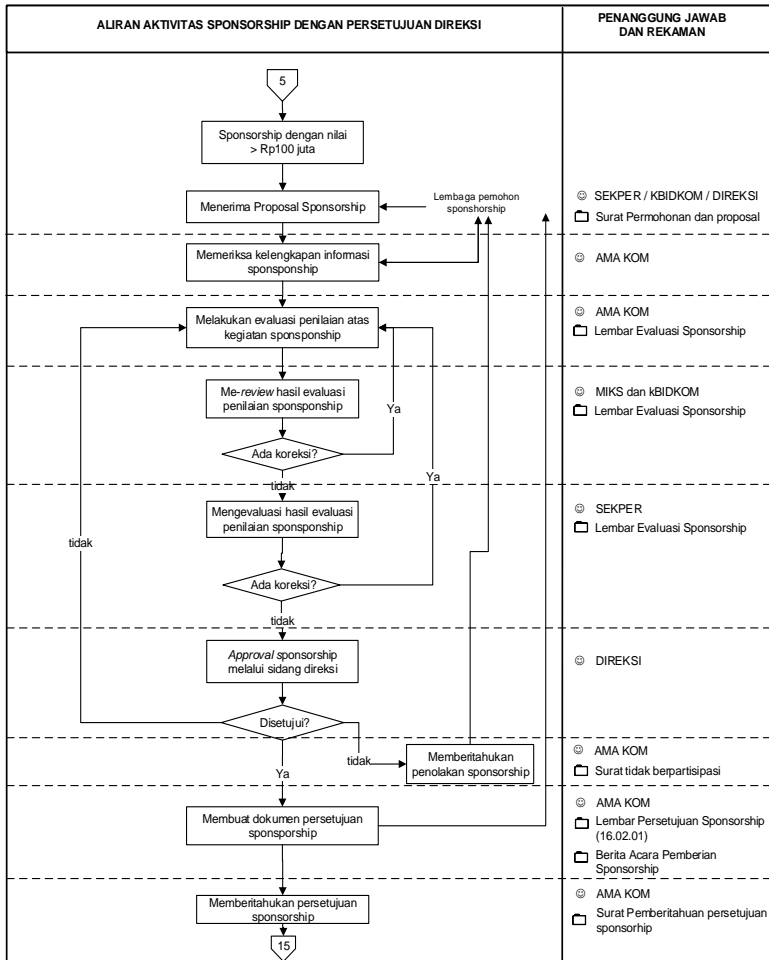


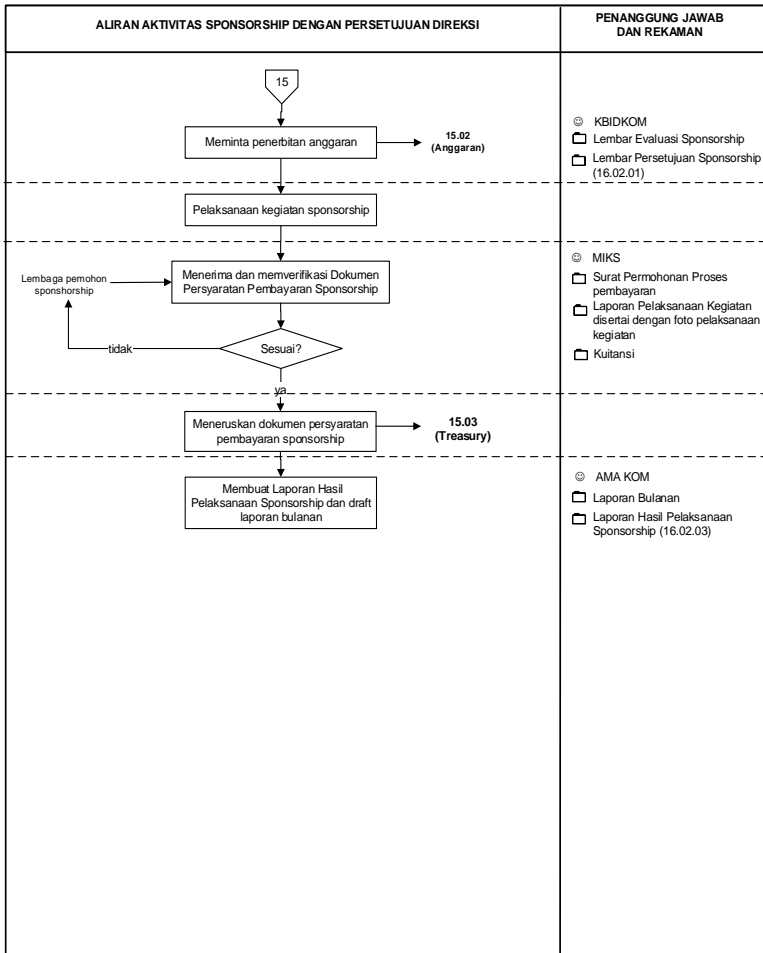


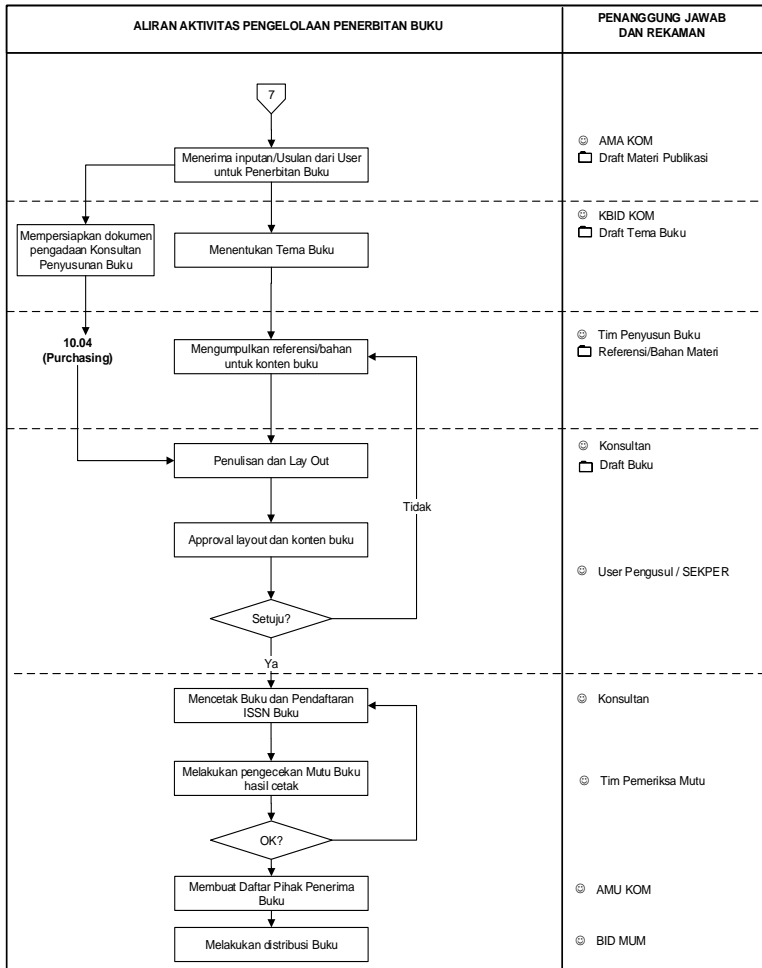


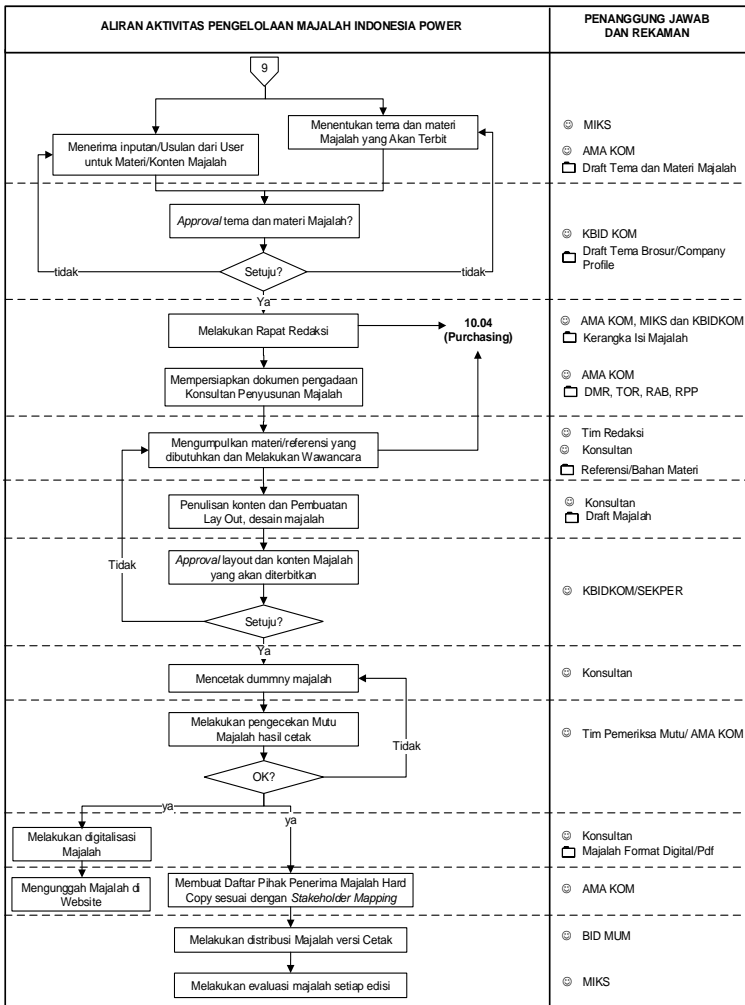


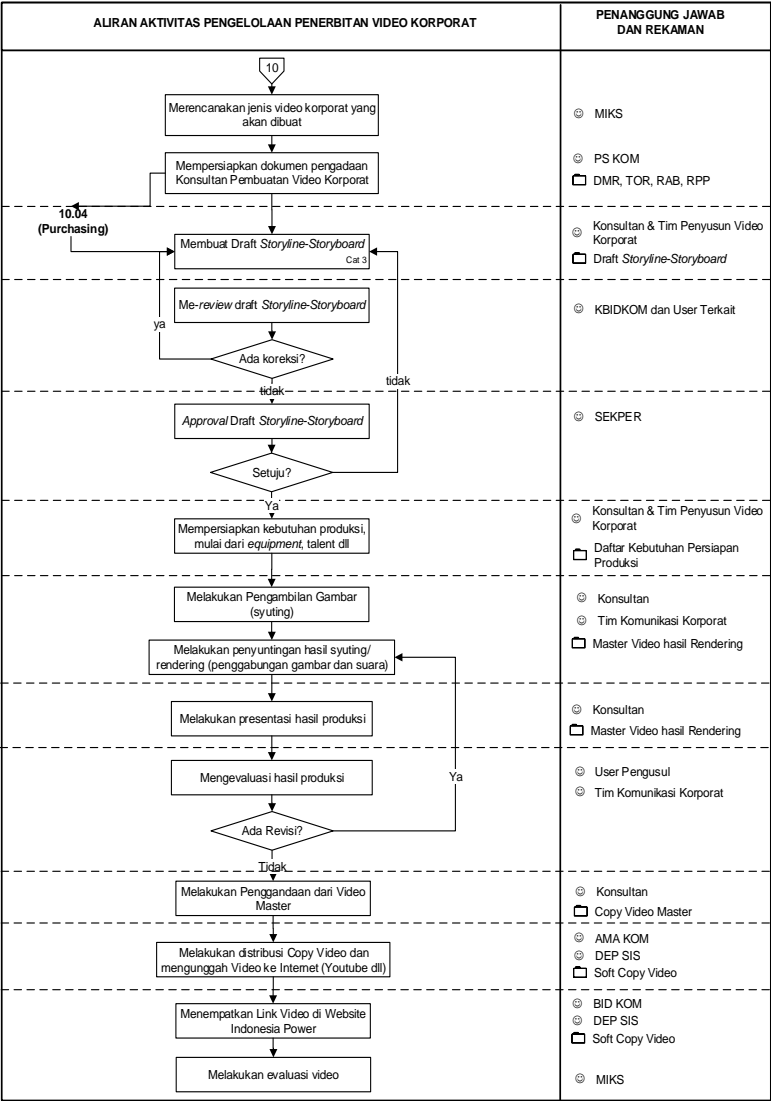


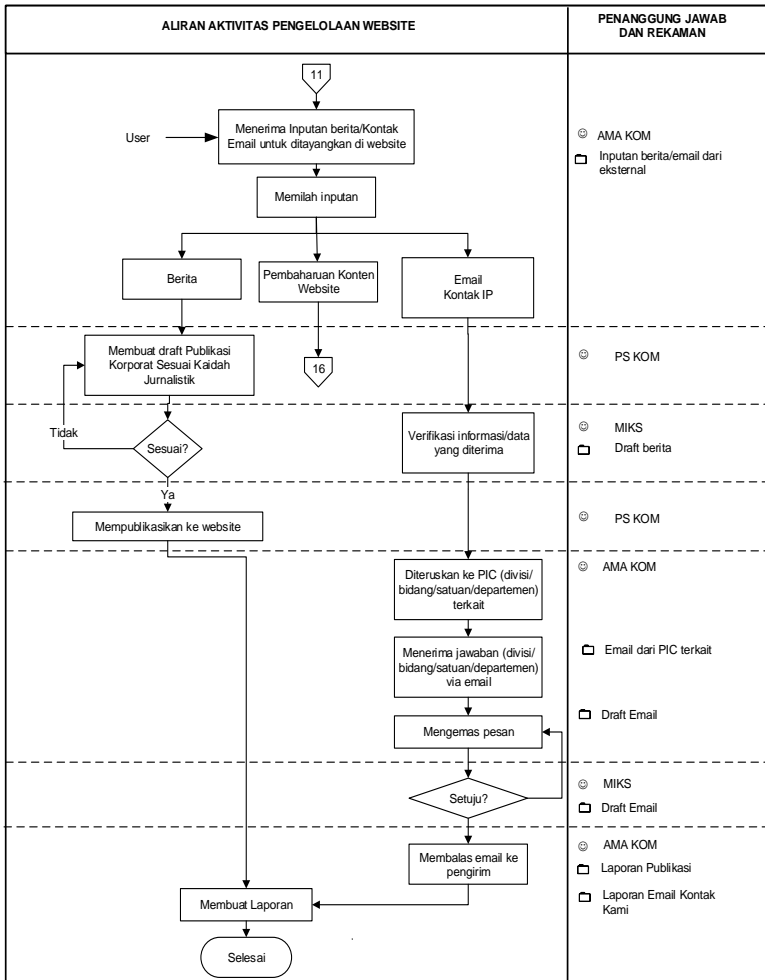


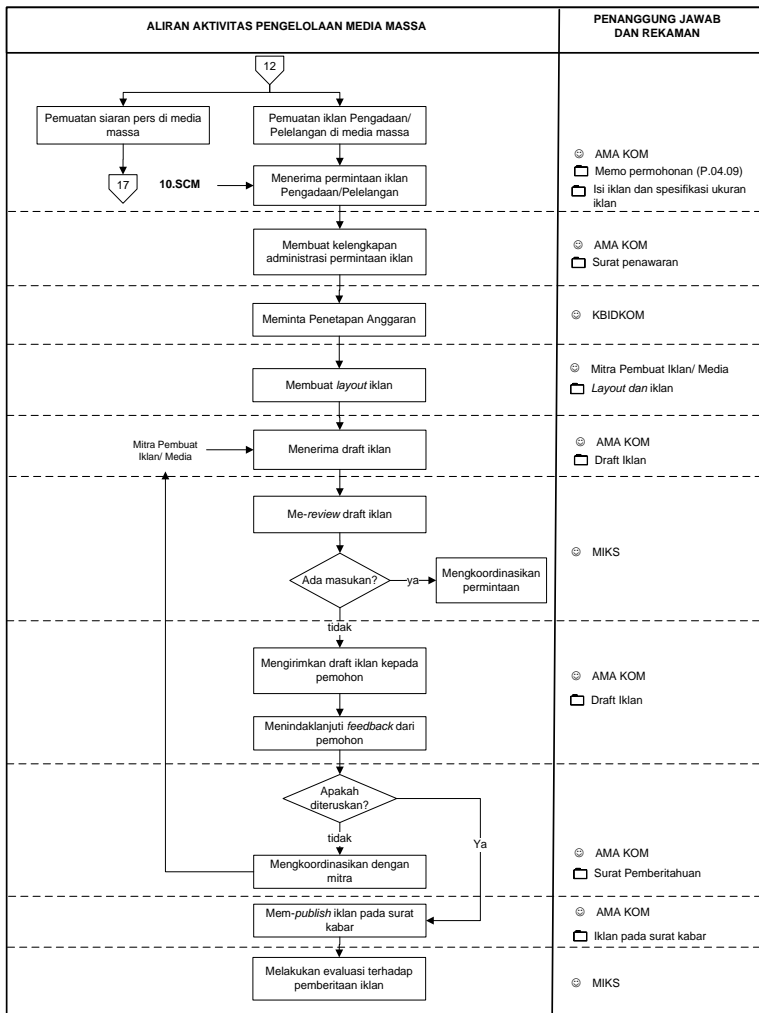


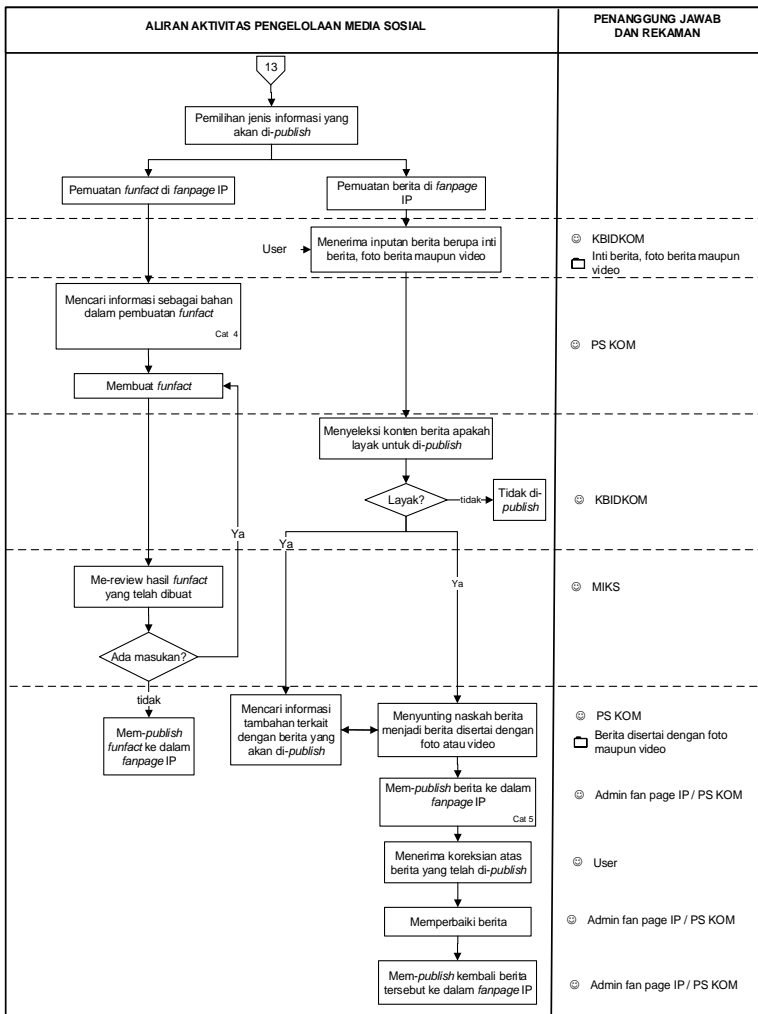


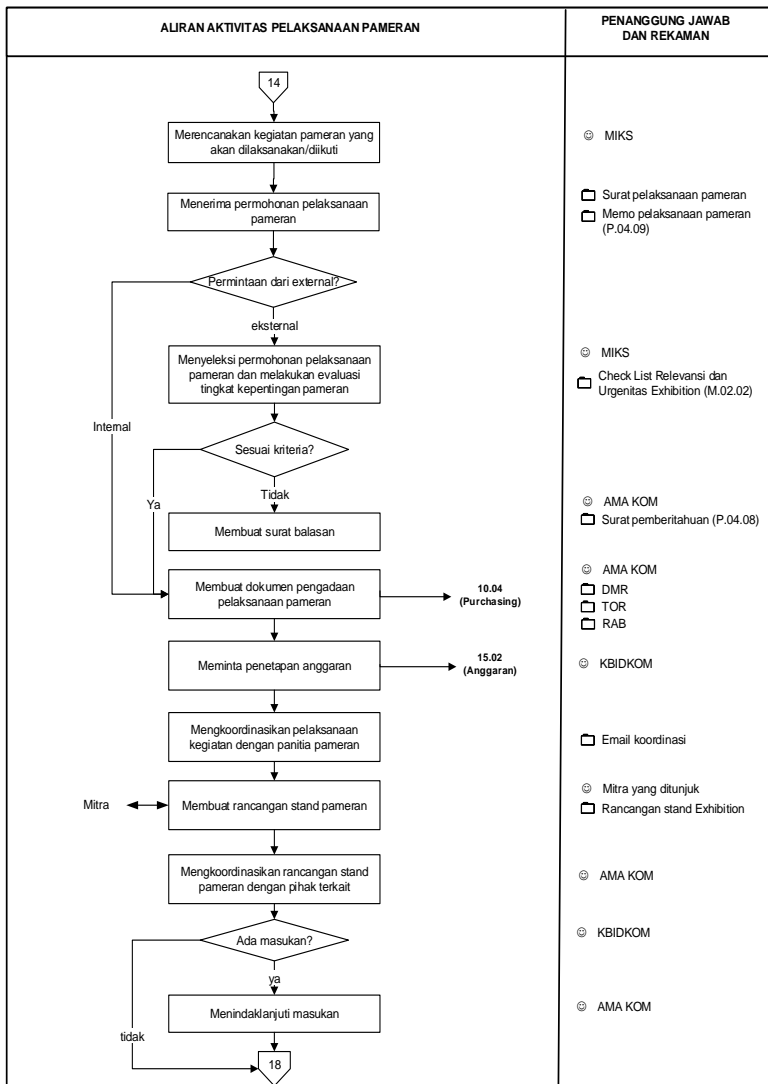




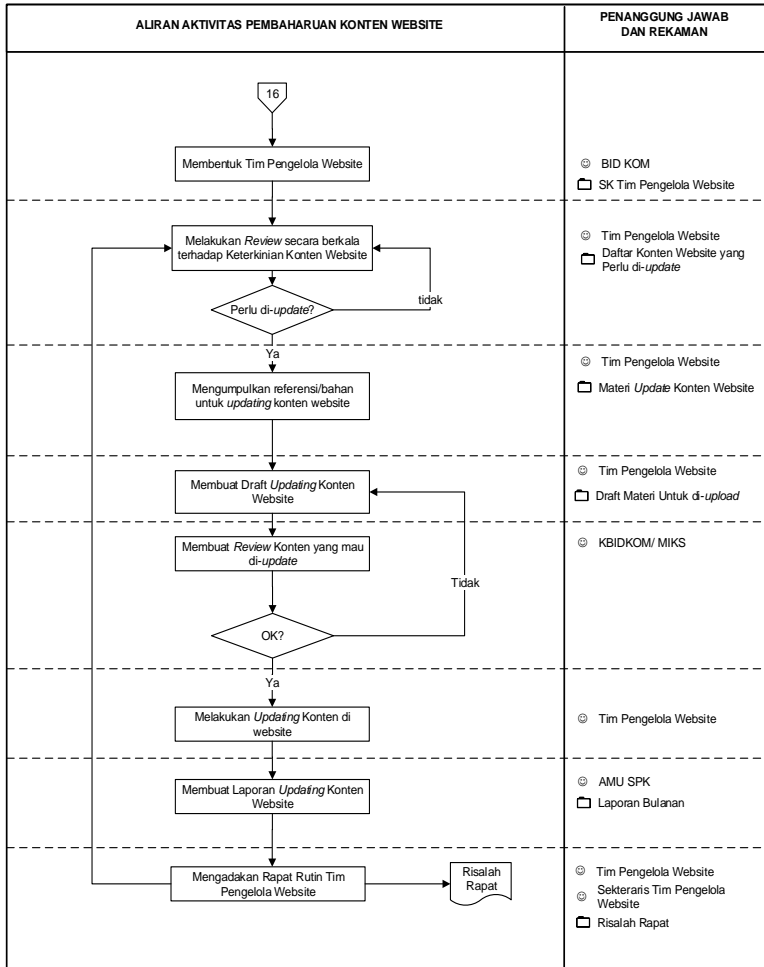


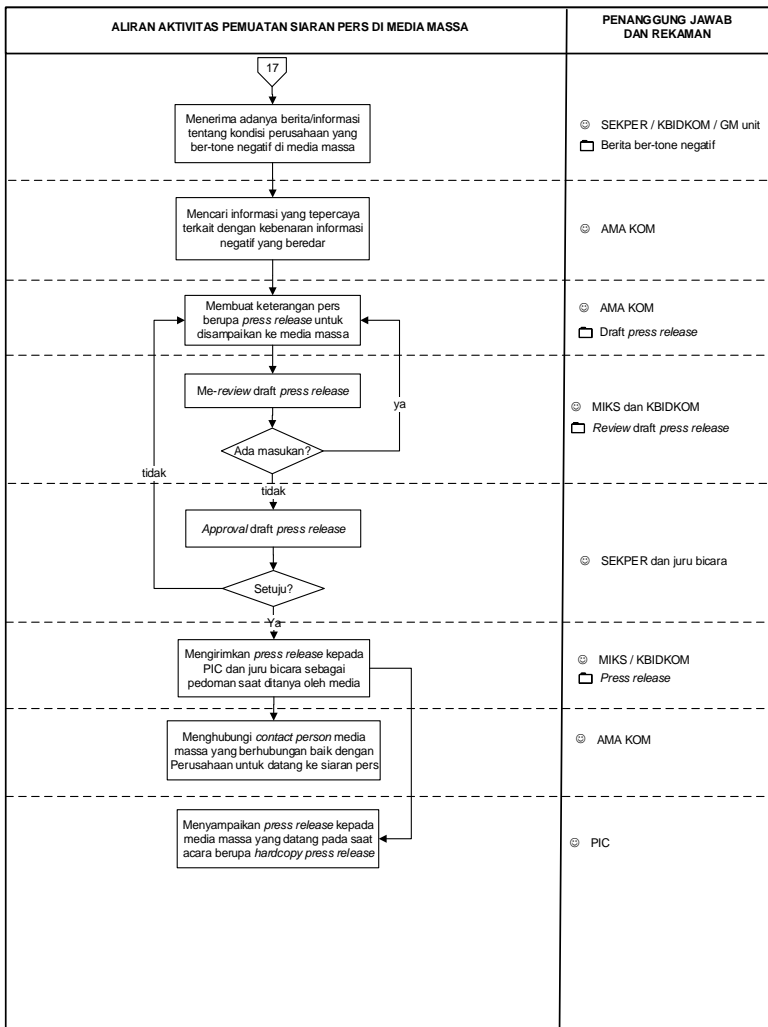






ALIRAN AKTIVITAS PELAKSANAAN PAMERAN	PENANGGUNG JAWAB DAN REKAMAN
<div><div>18</div><div><div>Building up stand pameran</div><div>Melaksanakan pameran</div><div>Membuat laporan dan evaluasi pelaksanaan pameran</div></div></div>	<div><div>© AMA KOM</div><div>Laporan Pelaksanaan Exhibition</div><div>© MIKS</div></div>





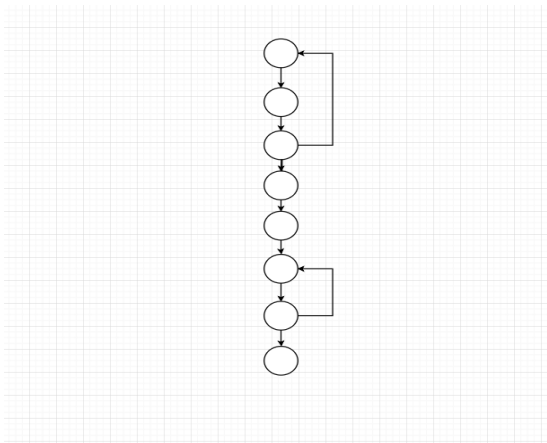
Gambar 5.5 Manajemen Hubungan Stakeholders

5.2 Pemodelan Cyclomatic

Tahap selanjutnya adalah menentukan model cyclomatic dari setiap proses bisnis yang sudah ditentukan. Pemodelan cyclomatic ini berfokus kepada jumlah node dan edge pada model, sehingga dapat diukur tingkat kompleksitas pada setiap model cyclomatic yang dimodelkan

5.2.1 Penyusunan arah dan kebijakan portfolio Bisnis Korporasi (03.02)

Berikut ini adalah hasil pemodelan Cyclomatic sub proses perencanaan portfolio bisnis



Gambar 5.6 Cyclomatic 1

$$N = 8$$

$$E = 9$$

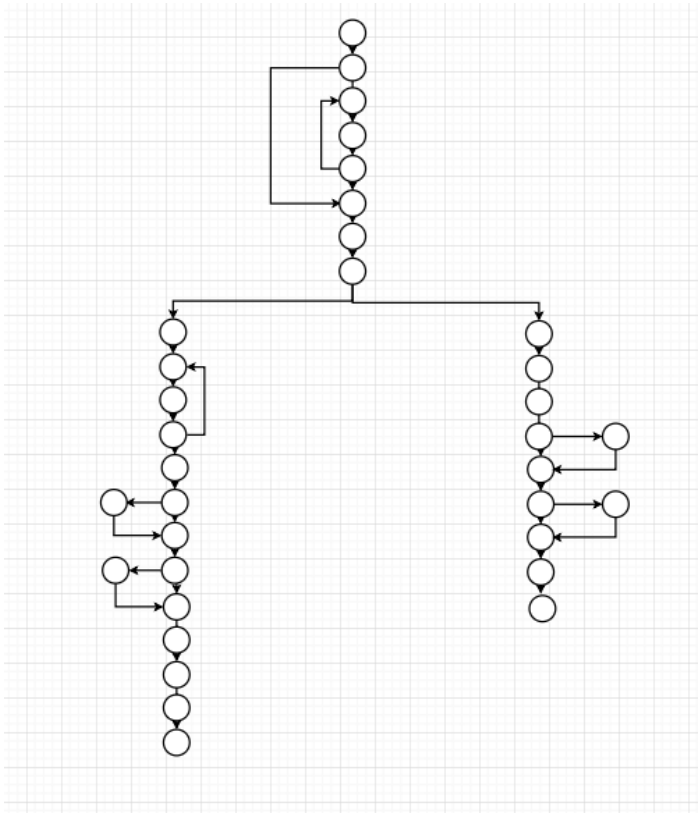
$$CC = E - N + 2$$

$$= 9 - 8 + 2$$

$$= 3$$

5.2.2 Perencanaan Energi Primer (04.01)

Berikut ini adalah hasil pemodelan Cyclomatic sub proses Manajemen Energi Primer

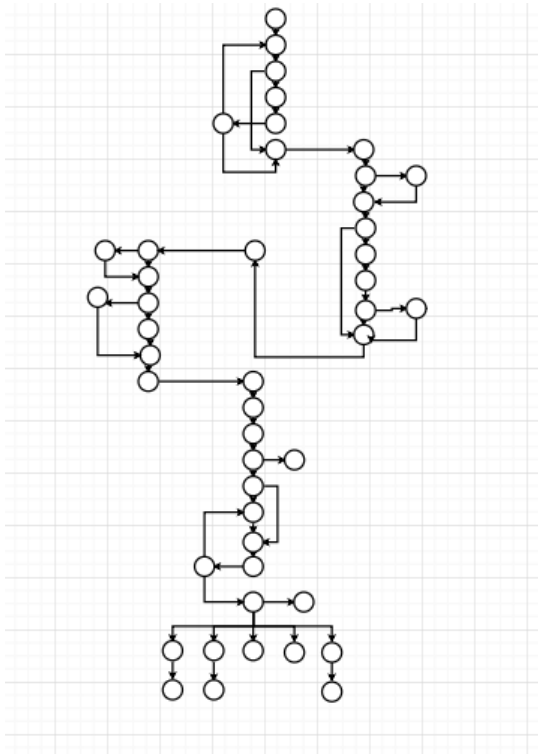


Gambar 5.7 Cyclomatic 2

$$\begin{aligned}
 N &= 32 \\
 E &= 37 \\
 CC &= E - N + 2 \\
 &= 37 - 32 + 2 \\
 &= 7
 \end{aligned}$$

5.2.3 Pengembangan Pembangkit dengan skema penugasan (08.01)

Berikut ini adalah hasil pemodelan Cyclomatic sub proses Project Development

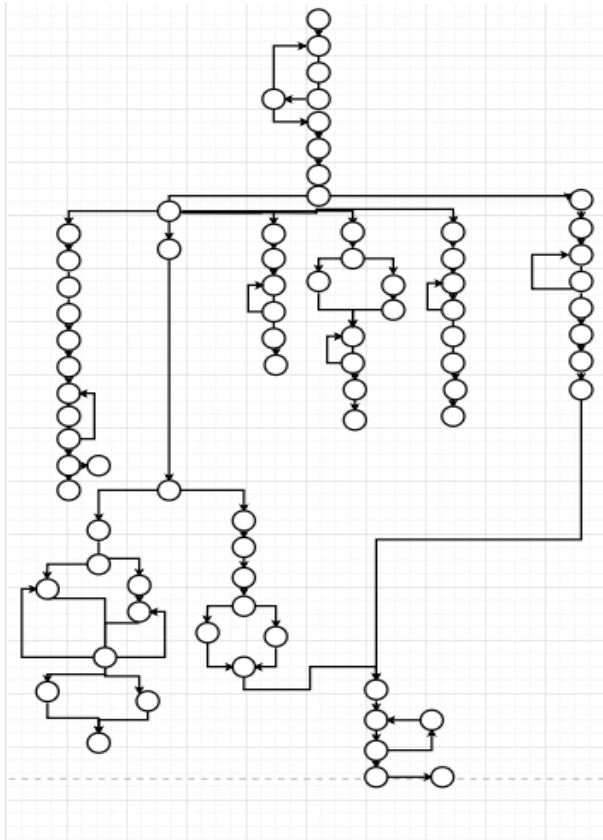


Gambar 5.8 Cyclomatic 3

$$\begin{aligned}
 N &= 45 \\
 E &= 55 \\
 CC &= E - N + 2 \\
 &= 55 - 45 + 2 \\
 &= 12
 \end{aligned}$$

5.2.4 Komunikasi Internal (16.01)

Berikut ini adalah hasil pemodelan Cyclomatic sub proses Manajemen hubungan Stakeholders

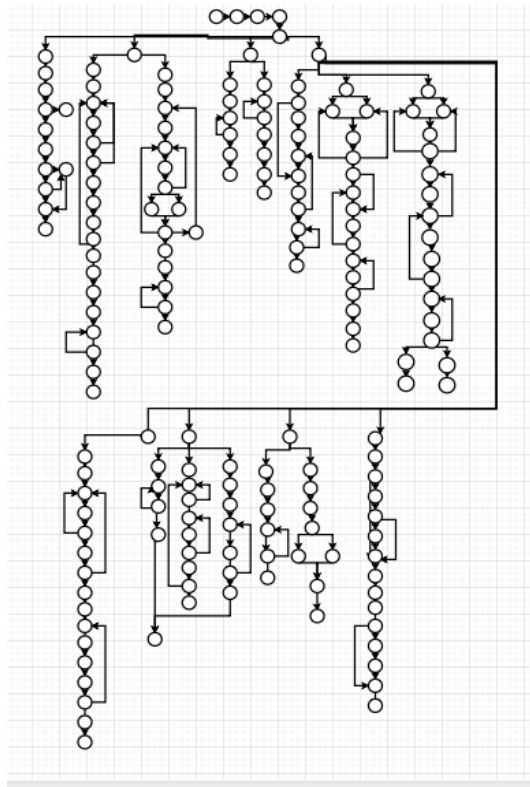


Gambar 5.9 Cyclomatic 4

$$\begin{aligned} N &= 76 \\ E &= 95 \\ CC &= E - N + 2 \\ &= 95 - 76 + 2 \\ &= 21 \end{aligned}$$

5.2.5 Komunikasi Eksternal (16.01)

Berikut ini adalah hasil pemodelan Cyclomatic sub proses Manajemen hubungan Stakeholders



Gambar 5.10 Cyclomatic 5

$$\begin{aligned}
 N &= 167 \\
 E &= 214 \\
 CC &= E - N + 2 \\
 &= 214 - 167 + 2 \\
 &= 49
 \end{aligned}$$

5.3 Pembobotan Model Cyclomatic

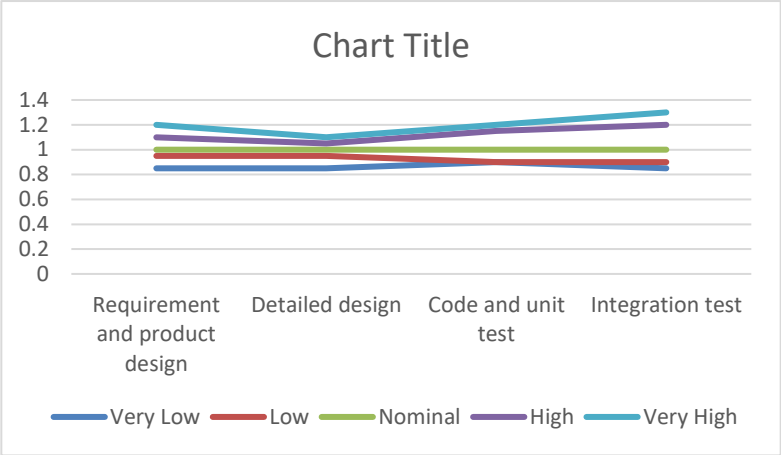
Tahap selanjutnya adalah pembobotan model cyclomatic dari setiap proses bisnis yang sudah ditentukan. pembobotan cyclomatic ini menggunakan acuan fase SDLC yang digunakan dalam Constructive Cost Model II yang memiliki 4 fase yaitu :

1. Requirement and Product Design
2. Detailed Design
3. Code and Unit Test
4. Integration and Test

Dan berikut adalah table dan diagram hasil dari pembobotan setiap model Cyclomatic.

Tabel 5.1 Pembobotan Cyclomatic

Phase	Requirement and Product Design	Detailed Design	Code And Unit Test	Integration Test	Average
Very Low	0.85	0.85	0.90	0.80	0.85
Low	0.95	0.95	0.90	0.90	0.925
Nominal	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
High	1.10	1.05	1.15	1.10	1.10
Very High	1.20	1.10	1.20	1.30	1.20



Gambar 5.11 Grafik Pembobotan Effort Multiplier

BAB VI

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini akan dijelaskan mengenai hal-hal yang terkait dengan penentuan nilai effort multiplier untuk Workflow Complexity pada COCOMO II.

6.1 Hasil Pengumpulan Data

Data yang digunakan adalah IMS dari beberapa proses bisnis yang terdapat pada PT Indonesia Power dengan rincian sub proses bisnis sebagai berikut :

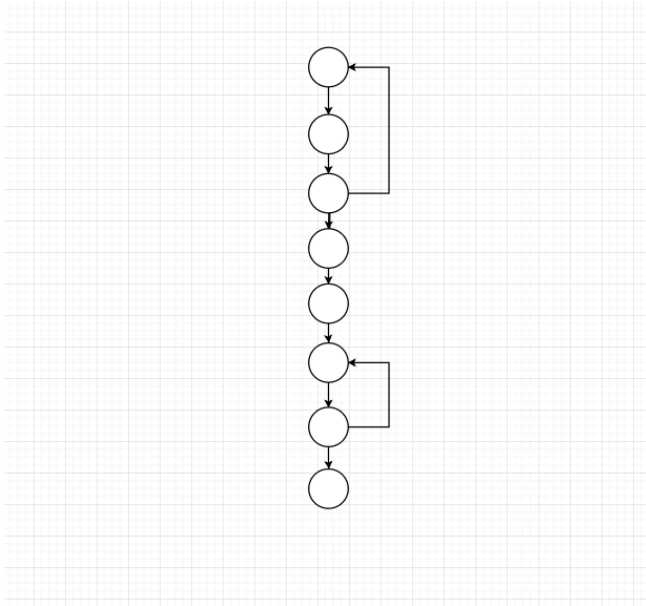
- a. Penyusunan arah kebijakan korporasi (03.02)
- b. Perencanaan Energi Primer (04.01)
- c. Pengembangan Pembangkit skema Penugasan (08.01)
- d. Komunikasi Internal (16.01)
- e. Komunikasi Eksternal (16.02)

6.2 Hasil pemodelan Cyclomatic

Bagian ini berisi hasil dan pembahasan mengenai hasil pemodelan Cyclomatic yang telah dibuat oleh penulis.

6.2.1 Penyusunan arah kebijakan korporasi (03.02)

Dibawah ini merupakan hasil dari pemodelan Cyclomatic Complexity dari proses bisnis penyusunan arah kebijakan korporasi.

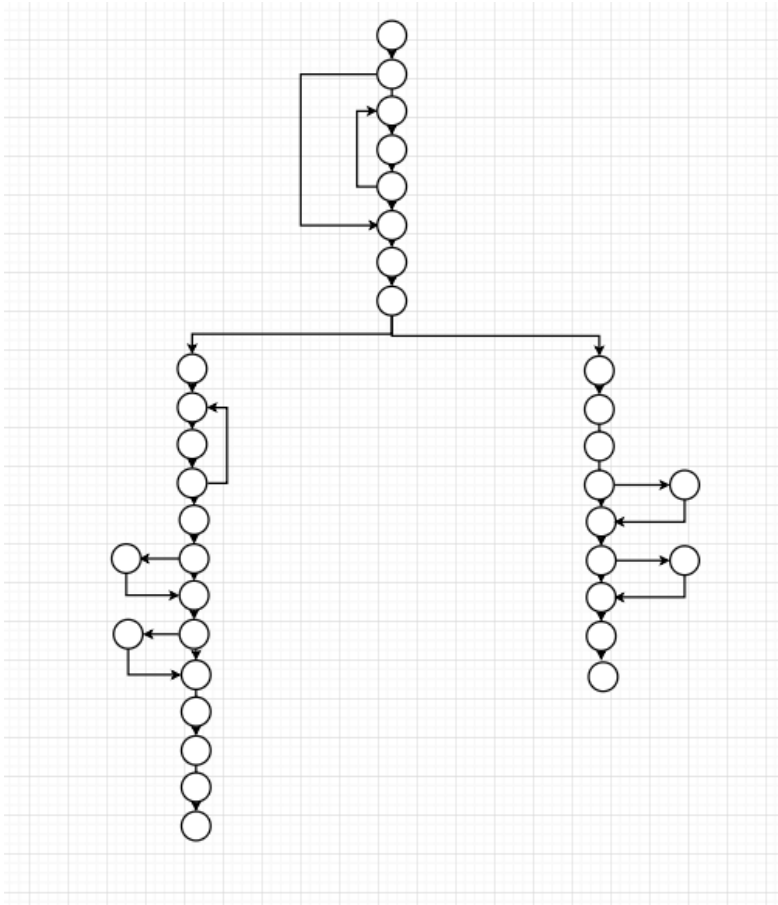


Gambar 6.1 Model Cyclomatic 1

Dari hasil perhitungan kompleksitas model Cyclomatic proses bisnis penyusunan arah kebijakan korporasi, mendapatkan jumlah node sebesar 8 dan edge sebesar 9 yang dimana nilai kompleksitas Cyclomatic yang dihasilkan sebesar 3. Nilai kompleksitas sebesar 3 ini termasuk dalam kategori very low yang dimana nilai kompleksitas yang dimiliki terhitung relatif rendah

6.2.2 Perencanaan Energi Primer (04.01)

Dibawah ini merupakan hasil dari pemodelan Cyclomatic Complexity dari proses bisnis Perencanaan Energi Primer

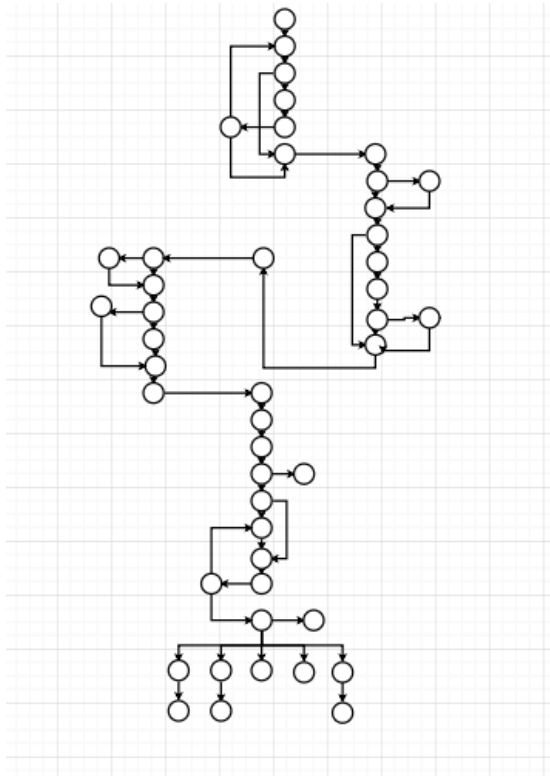


Gambar 6.2 Model Cyclomatic 2

Dari hasil perhitungan kompleksitas model Cyclomatic proses Perencanaan Energi Primer, mendapatkan jumlah node sebesar 32 dan edge sebesar 37 yang dimana nilai kompleksitas Cyclomatic yang dihasilkan sebesar 7. Nilai kompleksitas sebesar 7 ini termasuk dalam kategori low yang dimana nilai kompleksitas yang dimiliki terhitung relatif rendah

6.2.3 Pengembangan Pembangkit dengan skema penugasan (08.01)

Dibawah ini merupakan hasil dari pemodelan Cyclomatic Complexity dari proses bisnis penyusunan arah kebijakan korporasi.



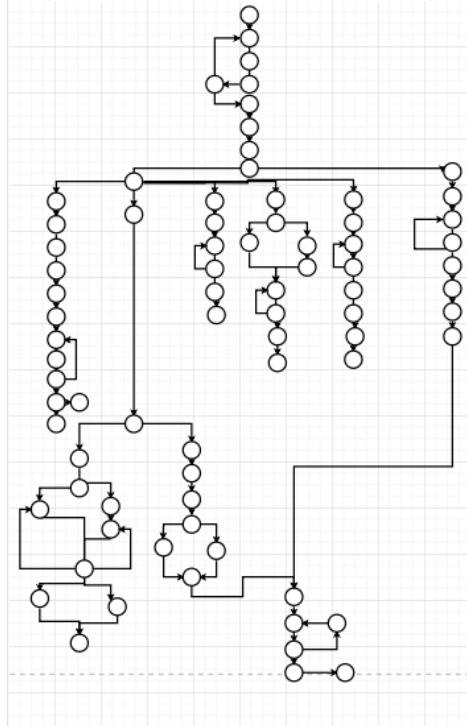
Gambar 6.3 Model Cyclomatic 3

Dari hasil perhitungan kompleksitas model Cyclomatic proses Perencanaan Energi Primer, mendapatkan jumlah node sebesar 45 dan edge sebesar 55 yang dimana nilai kompleksitas Cyclomatic yang dihasilkan sebesar 12. Nilai kompleksitas sebesar 12 ini termasuk dalam kategori nominal yang dimana nilai

kompleksitas yang dimiliki terhitung relatif stabil yang berarti nilai effort multiplier yang dihasilkan tidak memberikan dampak peningkatan ataupun pengurangan

6.2.4 Komunikasi Internal (08.01)

Dibawah ini merupakan hasil dari pemodelan Cyclomatic Complexity dari proses bisnis Komunikasi Internal

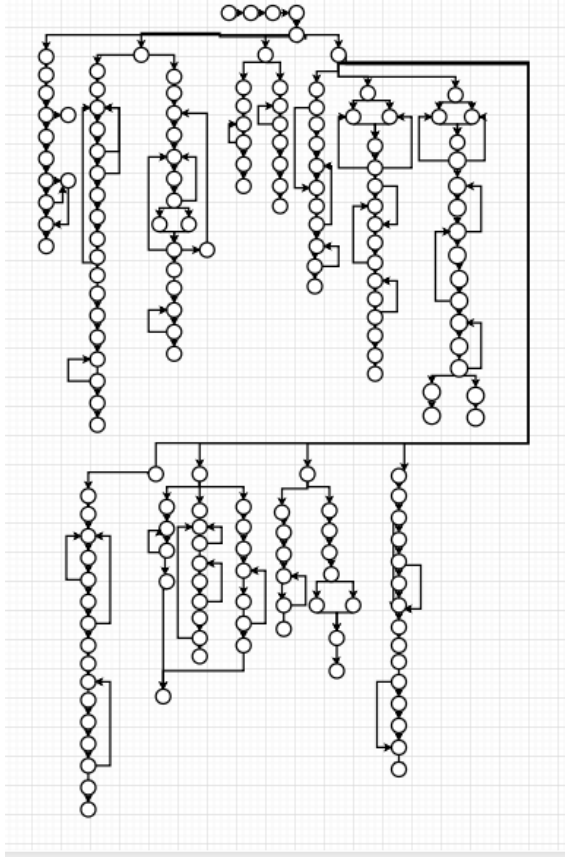


Gambar 6.4 Model Cyclomatic 4

Dari hasil perhitungan kompleksitas model Cyclomatic proses Perencanaan Energi Primer, mendapatkan jumlah node sebesar 76 dan edge sebesar 95 yang dimana nilai kompleksitas Cyclomatic yang dihasilkan sebesar 21. Nilai kompleksitas sebesar 21 ini termasuk dalam kategori High yang dimana nilai kompleksitas yang dimiliki terhitung relatif tinggi

6.2.5 Komunikasi Eksternal (08.02)

Dibawah ini merupakan hasil dari pemodelan Cyclomatic Complexity dari proses bisnis Komunikasi Eksternal.



Gambar 6.5 Model Cyclomatic 5

Dari hasil perhitungan kompleksitas model Cyclomatic proses Perencanaan Energi Primer, mendapatkan jumlah node sebesar 167 dan edge sebesar 214 yang dimana nilai kompleksitas Cyclomatic yang dihasilkan sebesar 49. Nilai kompleksitas sebesar 49 ini termasuk dalam kategori High yang dimana nilai kompleksitas yang dimiliki terhitung relatif tinggi.

6.3 Pembobotan model Cyclomatic

Bagian ini berisi hasil dan pembahasan mengenai hasil pembobotan effort multiplier model Cyclomatic yang telah dibuat oleh penulis berdasarkan hasil dari Expert Judgement Kepala Bidang Mutu dan Kinerja Bapak Bayu Husodho.

Tabel 6.1 Pembobotan Effort Multiplier

Phase	Requirement and Product Design	Detailed Design	Code And Unit Test	Integration Test	Average
Very Low	0.85	0.85	0.90	0.80	0.85
Low	0.95	0.95	0.90	0.90	0.925
Nominal	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
High	1.10	1.05	1.15	1.10	1.10
Very High	1.20	1.10	1.20	1.30	1.20

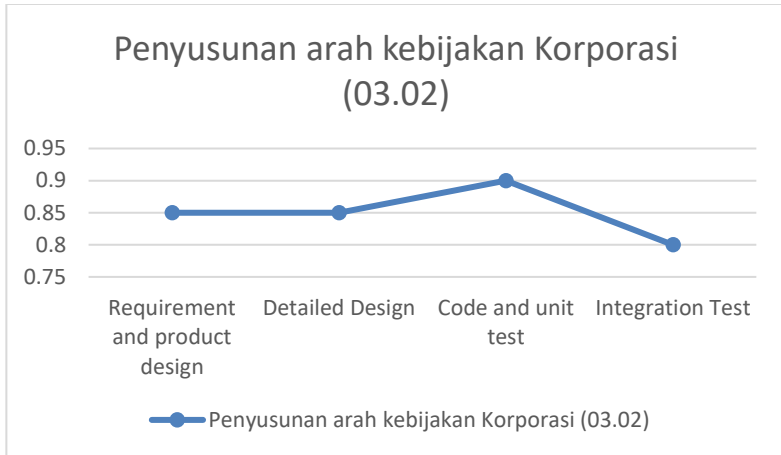
6.3.1 Penyusunan Arah dan Kebijakan Korporasi

Dibawah ini merupakan hasil pembobotan effort multiplier Cyclomatic Complexity dari proses bisnis penyusunan arah kebijakan korporasi.

Tabel 6.2 Pembobotan Effort Multiplier 1

Phase	Requirement and Product Design	Detailed Design	Code And Unit Test	Integration Test	Average
Penyusunan arah kebijakan korporasi	0.85	0.85	0.90	0.80	0.85

Dengan melihat rata-rata hasil dari pembobotan yang sebesar 0.85, dapat disimpulkan bahwa effort yang diperlukan mengalami penghematan sebesar 15 persen.



Gambar 6.6 Grafik pembobotan Effort Multiplier 1

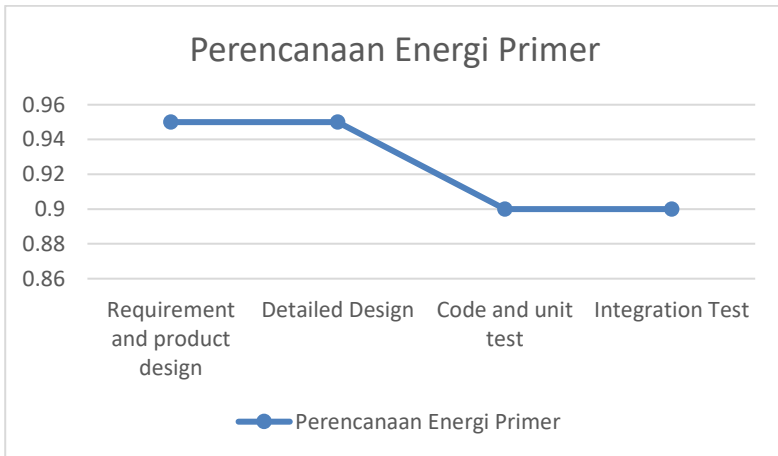
6.3.2 Perencanaan Energi Primer

Dibawah ini merupakan hasil pembobotan effort multiplier Cyclomatic Complexity dari proses Perencanaan Energi Primer

Tabel 6.3 Pembobotan Effort Multiplier 2

Phase	Require ment and Product Design	Detailed Design	Code And Unit Test	Integration Test	Average
Perencana an Energi Primer	0.95	0.95	0.90	0.90	0.925

Dengan melihat rata-rata hasil dari pembobotan yang sebesar 0.925, dapat disimpulkan bahwa effort yang diperlukan mengalami penghematan sebesar 7,5 persen.



Gambar 6.7 Grafik pembobotan Effort Multiplier 2

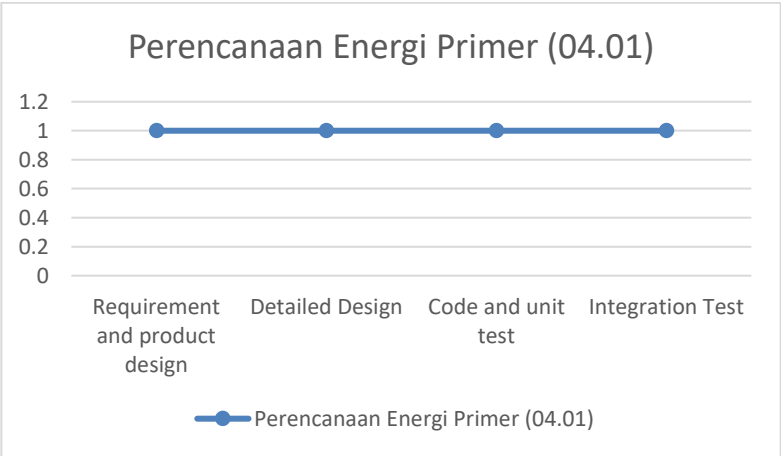
6.3.3 Pengembangan Pembangkit dengan Skema Penugasan

Dibawah ini merupakan hasil pembobotan effort multiplier Cyclomatic Complexity dari proses Pengembangan Pembangkit dengan skema Penugasan

Tabel 6.4 Pembobotan Effort Multiplier 3

Phase	Require ment and Product Design	Detailed Design	Code And Unit Test	Integration Test	Average
Perenc anaan Energi Primer	1	1	1	1	1

Dengan melihat rata-rata hasil dari pembobotan yang sebesar 1, dapat disimpulkan bahwa effort yang diperlukan pada kondisi ideal yakni tidak memerlukan pengurangan ataupun penambahan.



Gambar 6.8 Grafik pembobotan Effort Multiplier 3

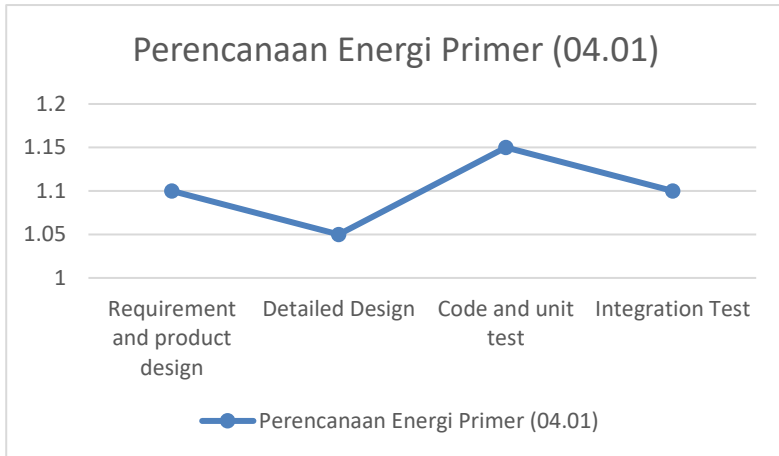
6.3.4 Komunikasi Internal

Dibawah ini merupakan hasil pembobotan effort multiplier Cyclomatic Complexity dari proses Komunikasi Eksternal

Tabel 6.5 Pembobotan Effort Multiplier 4

Phase	Require ment and Product Design	Detailed Design	Code And Unit Test	Integration Test	Average
Perencana an Energi Primer	1.10	1.05	1.15	1.10	1.10

Dengan melihat rata-rata hasil dari pembobotan yang sebesar 1.10, dapat disimpulkan bahwa effort yang diperlukan mengalami peningkatan sebesar 10 persen.



Gambar 6.9 Grafik pembobotan Effort Multiplier 4

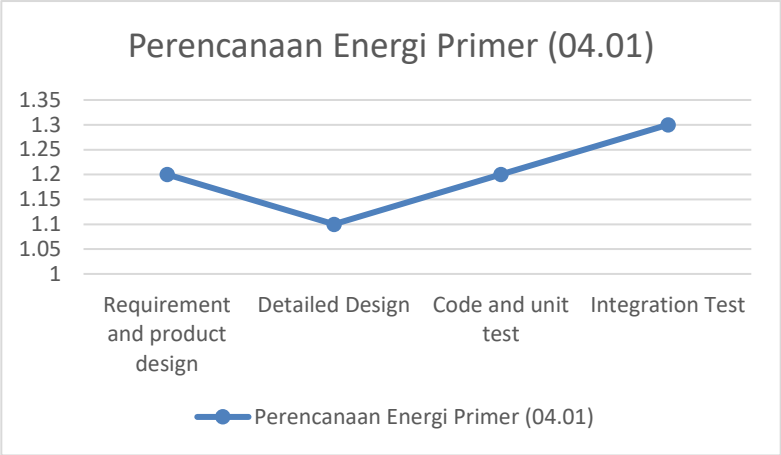
6.3.5 Komunikasi Eksternal

Dibawah ini merupakan hasil pembobotan effort multiplier Cyclomatic Complexity dari proses Perencanaan Energi Primer

Tabel 6.6 Pembobotan Effort Multiplier 5

Phase	Require ment and Product Design	Detailed Design	Code And Unit Test	Integration Test	Average
Perencana an Energi Primer	1.20	1.10	1.20	1.30	1.20

Dengan melihat rata-rata hasil dari pembobotan yang sebesar 1.20, dapat disimpulkan bahwa effort yang diperlukan mengalami peningkatan sebesar 10 persen.



Gambar 6.10 Grafik pembobotan Effort Multiplier 5

6.4 Workflow Complexity

Bagian ini berisi hasil akhir dari penghitungan pembobotan effort multiplier Workflow Complexity yang dimana menambahkan 1 entitas baru ke dalam Effort Multiplier COCOMO II yang melibatkan tingkat kompleksitas dari proses pengembangan sebuah software. Berikut ini merupakan table effort multiplier Workflow Complexity (WFCP)

Tabel 6.7 WFCP Cost Driver

WFCP descriptor	1 to 4	5 to 10	11 to 20	21 to 40	41 to 50	>50
Rating Levels	Very Low	Low	Nominal	High	Very High	Extra High
Effort Multipliers	0.85	0.925	1	1.10	1.20	n/a

6.5 Validasi Workflow Complexity

Bagian ini berisi validasi dari Workflow Complexity di dalam effort multiplier, dalam hal ini menggunakan studi kasus dari paper yang diterbitkan oleh Megha nilasari Khoiro, Admaja dwi Herlambang, dan Mochamad Chandra saputra dalam papernya yang berjudul Evaluasi Biaya Pengembangan Perangkat Lunak Dengan Menggunakan Metode Cocomo II (Studi Kasus: PT DOT Indonesia).

6.5.1 Estimasi Awal

Berikut ini merupakan analisis awal dari estimasi usaha perangkat lunak

Tabel 6.8 Nilai KSLOC 1

Proses	ILF	EI F	EI	EO	EQ	UFP	SLOC	KSLOC
Registrasi kompetensi	1	-	1	1	-	16	640	0.64
Mengelola data master	12	-	24	12	-	408	16320	16.32
Mengelola permohonan	2	-	3-	2	-	34	1360	1.36
Mengelola penjadwalan	2	-	3	2	-	36	1440	1.44
Mengelola pelaksanaan	2	-	3	2	-	36	1440	1.44
Mengelola evaluasi	1	-	2	1	-	20	800	0.8
Total						654	25920	25.92

Berdasarkan nilai dari tabel di atas didapatkan nilai UFP untuk perangkat lunak (PL) A adalah 654 dan nilai KSLOC adalah 25.92.

Tabel 6.9 Nilai Scale Factor 1

<i>Scale factor</i>	Responden 1 (Didik)	Hasil penilaian
PREC	Very high	1.24
FLEX	High	2.03
RESL	High	2.83
TEAM	Nominal	4.24
PMAT	High	3.12
Total	penilaian scale =	13.46
<i>factor</i>		

Nilai scale factor dimasukkan ke dalam persamaan untuk menghasilkan estimasi usaha.

$$E = B + 0.01 \times SF$$

(1) Keterangan : B = 0.91 (untuk COCOMO II)

Nilai Scale Factor Sehingga didapatkan E sebesar 1.06.

Tabel 6.10 Penghitungan Effort Multiplier

Effort Multiplier	Responden	Hasil
RELY	Low	0.92
DATA	Nominal	1.00
CPLX	Nominal	1.00
DOCU	Nominal	1.00
RUSE	Low	0.95
ACAP	High	0.71
PCON	Low	1.12
TIME	Nominal	1.00
STOR	High	1.05
PVOL	Low	0.87
PCAP	Nominal	1.00
APEX	High	0.88
PLEX	Nominal	1.00
LTEX	High	0.91
TOOL	High	0.90
SITE	High	0.93
SCED	Nominal	1.00

Hasil	0.43
--------------	-------------

Nilai effort multiplier yang dihasilkan sebesar 0,43. Kemudian dimasukkan ke dalam rumus PM untuk mendapatkan nilai person month dengan rumus

$$PM_{NS} = A \times Size^E \times \prod_{i=1}^n EM_i$$

$$\text{where } E = B + 0.01 \times \sum_{j=1}^5 SF_j$$

Nilai size = 31.51
 A = 2.94
 B = 0.91
 C = 3.67
 D = 0.28
 EM = 0.43

Maka nilai PM yang didapatkan adalah sebesar 39.83. Kemudian untuk mendapatkan nilai estimasi biaya maka nilai PM dimasukan ke dalam persamaan

$$TDEV_{NS} = C \times (PM_{NS})^F$$

$$\text{where } F = D + 0.2 \times 0.01 \times \sum_{j=1}^5 SF_j$$

$$= D + 0.2 \times (E - B)$$

Sehingga didapatkan waktu sebesar 11,48 bulan waktu pengerjaan. Kemudian untuk mendapatkan average staff menggunakan persamaan sebagai berikut

$$\text{Average Staff} = PM/TDEV$$

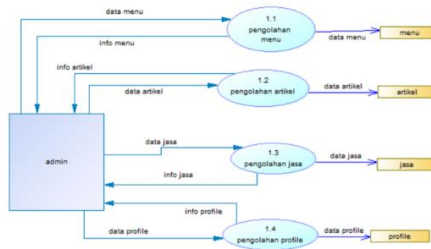
Maka dihasilkan 3,47 staff untuk dapat mengerjakan software tersebut. Kemudian untuk menghitung biaya pengerjaan dengan acuan UMR Kota malang yang sebesar Rp. 2.099.000 maka dihitung dengan rumus sebagai berikut

$$\text{Biaya total} = \text{avg staff} \times TDEV \times \text{UMR}$$

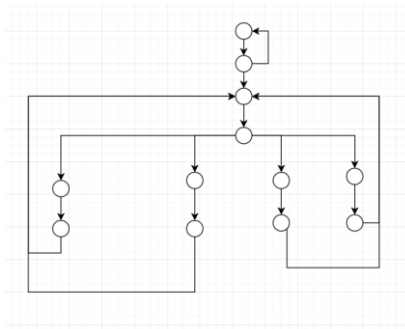
Maka biaya total yang dibutuhkan sebesar Rp.83.614.924

6.5.2 Estimasi Lanjut

Berikut ini merupakan model Cyclomatic dari software



Gambar 6.11 DFD Aplikasi



Gambar 6.12 Cyclomatic complexity Uji coba

Jumlah node 57, jumlah edge 50, maka nilai Cyclomatic Complexity yang didapatkan sebesar 9 (Low)
Berikut ini merupakan analisis awal dari estimasi usaha perangkat lunak

Tabel 6.11 Nilai KSLOC 2

Proses	ILF	EI F	EI	EO	EQ	UFP	SLOC	KSLOC
Registrasi kompetensi	1	-	1	1	-	16	640	0.64
Mengelola data master	12	-	24	12	-	408	16320	16.32
Mengelola permohonan	2	-	3	2	-	34	1360	1.36
Mengelola penjadwalan	2	-	3	2	-	36	1440	1.44
Mengelola pelaksanaan	2	-	3	2	-	36	1440	1.44
Mengelola evaluasi	1	-	2	1	-	20	800	0.8
Total						654	25920	25.92

Berdasarkan nilai dari tabel di atas didapatkan nilai UFP untuk perangkat lunak I adalah 654 dan nilai KSLOC adalah 25.92.

Tabel 6.12 Nilai Scale Factor 2

Scale factor	Responden 1 (Didik)	Hasil penilaian
PREC	Very high	1.24
FLEX	High	2.03
RESL	High	2.83
TEAM	Nominal	4.24
PMAT	High	3.12
Total	penilaian	scale
factor	=	13.46

Nilai scale factor dimasukkan ke dalam persamaan untuk menghasilkan estimasi usaha.

$$E = B + 0.01 \times SF$$

(1) Keterangan : B = 0.91 (untuk COCOMO II)

Nilai Scale Factor Sehingga didapatkan E sebesar 1.06.

Tabel 6.13 Pembobotan Effort Multiplier

Effort Multiplier	Responden	Hasil
RELY	Low	0.92
DATA	Nominal	1.00
CPLX	Nominal	1.00
DOCU	Nominal	1.00
RUSE	Low	0.95
ACAP	High	0.71
PCON	Low	1.12
TIME	Nominal	1.00
STOR	High	1.05
PVOL	Low	0.87
PCAP	Nominal	1.00
APEX	High	0.88
PLEX	Nominal	1.00
LTEX	High	0.91
TOOL	High	0.90
SITE	High	0.93
SCED	Nominal	1.00
WPCP	Low	0.925
Hasil		0.39

Nilai effort multiplier yang dihasilkan sebesar 0,39.

Kemudian dimasukkan ke dalam rumus PM untuk mendapatkan nilai person month dengan rumus

$$PM_{NS} = A \times \text{Size}^E \times \prod_{i=1}^n EM_i$$

$$\text{where } E = B + 0.01 \times \sum_{j=1}^5 SF_j$$

Nilai size = 31.51
 A = 2.94
 B = 0.91
 C = 3.67
 D = 0.28
 EM = 0.39

Maka nilai PM yang didapatkan adalah sebesar 36.13
 Kemudian untuk mendapatkan nilai estimasi biaya maka nilai PM dimasukan ke dalam persamaan

$$\begin{aligned}
 TDEV_{NS} &= C \times (PM_{NS})^F \\
 \text{where } F &= D + 0.2 \times 0.01 \times \sum_{j=1}^5 SF_j \\
 &= D + 0.2 \times (E - B)
 \end{aligned}$$

Sehingga didapatkan waktu sebesar 11,15 bulan waktu pengerjaan.
 Kemudian untuk mendapatkan average staff menggunakan persamaan sebagai berikut

$$Average\ Staff = PM / TDEV$$

Maka dihasilkan 3,2 staff untuk dapat mengerjakan software tersebut. Kemudian untuk menghitung biaya pengerjaan dengan acuan UMR Kota malang yang sebesar Rp. 2.099.000 maka dihitung dengan rumus sebagai berikut

$$Biaya\ total = avg\ staff \times TDEV \times UMR$$

Maka biaya total yang dibutuhkan sebesar Rp.74.892.320

6.5.3 Analisa Estimasi

Berikut ini merupakan analisis final dari estimasi usaha perangkat lunak. Actual cost dari pengembangan software ini adalah sebesar Rp.60.000.000. Berdasarkan data yang didapat dari dua Analisa sebelumnya dapat dibuat perbandingan sebagai berikut

a. Akurasi Estimasi awal

Estimasi awal didapatkan cost sebesar Rp.83.614.924 Dan dapat dilakukan pengukuran akurasi dengan membandingkan actual cost sebesar Rp.60.000.000 dengan cost estimation maka hasil akurasi dari estimasi biaya adalah sebesar 72%

b. Akurasi Estimasi awal

Estimasi awal didapatkan cost sebesar Rp. 74.892.320 Dan dapat dilakukan pengukuran akurasi dengan membandingkan actual cost sebesar Rp.60.000.000 dengan cost estimation maka hasil akurasi dari estimasi biaya adalah sebesar 80%

BAB VII

KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini akan dibahas mengenai kesimpulan yang diperoleh dari pengerjaan Tugas Akhir dan saran untuk pengembangan Penghitungan kompleksitas workflow ke dalam effort multiplier selanjutnya.

6.6 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengerjaan Tugas Akhir, terdapat beberapa kesimpulan berikut:

- Penelitian ini menghasilkan Model Cyclomatic yang berangkat dari BPM IMS atau Activity Diagram.
- Penelitian ini menghasilkan Penghitungan Cyclomatic Complexity terhadap proses bisnis yang telah dimodelkan untuk dijadikan acuan dalam pembobotan effort multiplier Workflow Complexity di COCOMO II
- Pembobotan effort multiplier Workflow Complexity dilakukan dengan metode expert judgement.
- Pembobotan effort multiplier dengan metode expert judgement dilakukan oleh Bapak Bayu Husodho yang berkerja sebagai Kepala Bidang Mutu dan Kinerja di PT Indonesia power.
- Pembobotan workflow complexity dilakukan dengan mengacu pada metode Cyclomatic Complexity
- Menentukan nilai effort multiplier dilakukan dengan cara expert Judgement
- Penambahan cost driver workflow complexity ke dalam penghitungan actual cost dapat meningkatkan akurasi dari estimasi biaya COCOMO II
- Besar bobot effort multiplier pada cost driver workflow complexity adalah Very Low (0.85), Low (0.925), Nominal (1.00), High (1.10), dan Very High (1.20)

6.7 Saran

Berikut adalah saran yang dapat penulis sampaikan terkait dengan pengerjaan Tugas Akhir ini:

- Effort multiplier Workflow Complexity yang dihasilkan melalui penelitian ini diharapkan dapat membantu penghitungan effort yang diperlukan untuk pengembangan software di masa depan agar lebih akurat
- Untuk penelitian selanjutnya, diharapkan adanya lebih banyak narasumber untuk penilaian expert judgement dan lebih banyak pemodelan cyclomatic untuk dijadikan acuan pembobotan effort multiplier.
- Penelitian ini juga dapat diteliti lebih lanjut dengan cara diadakannya pengujian lebih lanjut mengenai akurasi hingga ke tahapan penghitungan effort serta dilakukannya breakdown yang lebih terperinci terhadap fase SDLC yang dilakukan dalam pembobotan effort multiplier.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. Madheswaran and D. Sivakumar, "Enhancement of Prediction Accuracy in Cocomo Model for Software Project Using Neural Network," *Ieee*, 2014.
- [2] C. S. Reddy and K. Raju, "An Improved Fuzzy Approach for COCOMO ' s Effort Estimation using Gaussian Membership Function," *J. Softw.*, vol. 4, no. 5, pp. 452–459, 2009.
- [3] A. F. and S. Aljahdali, "Software Effort Estimation Inspired by COCOMO and FP Models: A Fuzzy Logic Approach," *Int. J. Adv. Comput. Sci. Appl.*, vol. 4, no. 11, 2013.
- [4] A. Hira and B. Boehm, "Using Software Non-Functional Assessment Process to Complement Function Points for Software Maintenance," 2016.
- [5] N. Gupta, "Bat algorithm," 2014.
- [6] B. Boehm, B. Clark, E. Horowitz, C. Westland, R. Madachy, and R. Selby, "Cost models for future software life cycle processes: COCOMO 2.0," *Ann. Softw. Eng.*, vol. 1, no. 1, pp. 57–94, 1995.
- [7] M. A. Subandri and R. Sarno, "Cyclomatic Complexity for Determining Product Complexity Level in COCOMO II," *Procedia Comput. Sci.*, vol. 124, pp. 478–486, 2017.
- [8] R. E. Pfeiffer, "Unified Code Counter (UCC) Software Design Unified Code Counter (UCC) Software Design," vol. 2010, no. 3906, 2012.
- [9] H. Eko, "Makalah Seminar Tugas Akhir Estimasi Biaya Pembuatan Perangkat Lunak Menggunakan Metode COCOMO II Pada Sistem Informasi Pelaporan Pembangunan," pp. 1–7, 2008.
- [10] Z. Bin Mansor, Z. M. Kasirun, N. H. H. Arshad, and S. Yahya, "E-cost estimation using expert judgment and

- COCOMO II,” *Proc. 2010 Int. Symp. Inf. Technol. - Syst. Dev. Appl. Knowl. Soc. ITSim '10*, vol. 3, pp. 1262–1267, 2010.
- [11] Z. T. Abdulmehdi, M. S. S. Basha, M. Jameel, and P. Dhavachelvan, “A Variant of COCOMO II for Improved Software Effort Estimation,” *Int. J. Comput. Electr. Eng.*, vol. 6, no. 4, pp. 346–350, 2014.
 - [12] T. Menzies, D. Port, Z. Chen, and S. Stukes, “Validation Methods for Calibrating Software Effort Models,” 2005.
 - [13] P. Naik and S. Nayak, “Insights on Research Techniques towards Cost Estimation in Software Design,” vol. 7, no. 5, pp. 2883–2894, 2017.
 - [14] A. Hira, S. Sharma, and B. Boehm, “Calibrating COCOMO® II for projects with high personnel turnover,” *Proc. Int. Work. Softw. Syst. Process - ICSSP '16*, pp. 51–55, 2016.
 - [15] M. Aguiar and T. Metricas, “Cocomo ii local calibration using function points,” *Csse.Usc.Edu*, pp. 1–16.
 - [16] A. Hira, B. Boehm, A. U. Case, and P. Ucps, “Combatting Use Case Points ’ Limitations with COCOMO (R) II and Relative Difficulty,” 2016.
 - [17] R. Gulezian, “Reformulating COCOMO,” pp. 235–242, 1991.
 - [18] H. K. Sharma, R. Tomar, A. Dumka, and M. S. Aswal, “OpenECOCOMO: The algorithms and implementation of Extended Cost Constructive Model (E-COCOMO),” *Proc. 2015 1st Int. Conf. Next Gener. Comput. Technol. NGCT 2015*, no. September, pp. 773–778, 2016.
 - [19] R. Y. Pratama and R. Sarno, “Optimizing COCOMO II Parameters using Artificial Bee Colony Method.”
 - [20] K. Ponnalagu and N. C. Narendra, “Automated Trendline Generation for Accurate Software Effort Estimation *,” pp. 203–212.

- [21] S. Wang and D. Samadhiya, "Toward COCOMO Cost Estimation Model," 2013.
- [22] M. A. Yahya, R. Ahmad, and S. P. Lee, "Effects of Software Process Maturity on COCOMO II ' s Effort Estimation from CMMI Perspective," vol. 0, no. c, pp. 255–262, 2008.
- [23] R. Litoriya, "Incorporating Cost driver substitution to improve the Effort using Agile COCOMO II," 1992.
- [24] C. Ouyang, M. Dumas, W. M. P. Van Der Aalst, A. H. M. Ter Hofstede, and J. Mendling, "From business process models to process-oriented software systems," *ACM Trans. Softw. Eng. Methodol.*, vol. 19, no. 1, pp. 1–37, 2009.
- [25] A. M. Valle, E. A. P. Santos, and E. R. Loures, "Applying process mining techniques in software process appraisals," *Inf. Softw. Technol.*, vol. 87, pp. 19–31, 2017.
- [26] S. Kaur and N. Sethi, "A Comparative Study of Effort Estimation Models in Software Engineering - A Review," vol. 6, no. 3, pp. 1–10, 2016.
- [27] N. M. Schett, "(Constructive Cost Model) presented by," 2003.
- [28] K. Srinivasan and D. Fisher, "Estimating Software Development Effort," vol. 21, no. 2, 1995.
- [29] T. K. Abdel-Hamid, "Adapting, Correcting, and Perfecting Software Estimates: A Maintenance Metaphor," *Computer (Long. Beach. Calif.)*, vol. 26, no. 3, pp. 20–29, 1993.
- [30] P. Musflek, W. Pedrycs, G. Succi, and M. Reformat, "Software cost estimation with fuzzy models," *Appl. Comput. Rev.*, vol. 8, pp. 24–29, 2000.

Halaman ini sengaja dikosongkan

BIODATA PENULIS



Penulis bernama lengkap Firman Isnaeni, atau akrab disapa dengan Firman. Penulis dilahirkan di Surabaya, 25 Maret 1996 dan merupakan anak kedua dari empat bersaudara. Penulis telah menempuh pendidikan formal di SDN Kepuh Kiriman I Sidoarjo, SMPN 22 Surabaya, dan SMAN 10 Surabaya. Pada tahun 2014, penulis diterima di Jurusan Sistem Informasi – Institut

Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya dan tercatat sebagai mahasiswa dengan NRP 05211440000100. Selama masa perkuliahan, penulis aktif di bidang akademik dan organisasi. Di bidang akademik, penulis pernah menjadi ketua kelas pada mata kuliah Manajemen Investasi Teknologi Informasi. Di bidang non-akademik, penulis mengikuti organisasi mahasiswa, *Koordinator ISE* 2017, dan beberapa kepanitian acara tingkat jurusan seperti menjadi ketua Logistik KPU 2016/2017. Penulis juga pernah melaksanakan kerja praktik di PT. Indonesia Power – Jakarta selama 2 bulan pada tahun 2017.

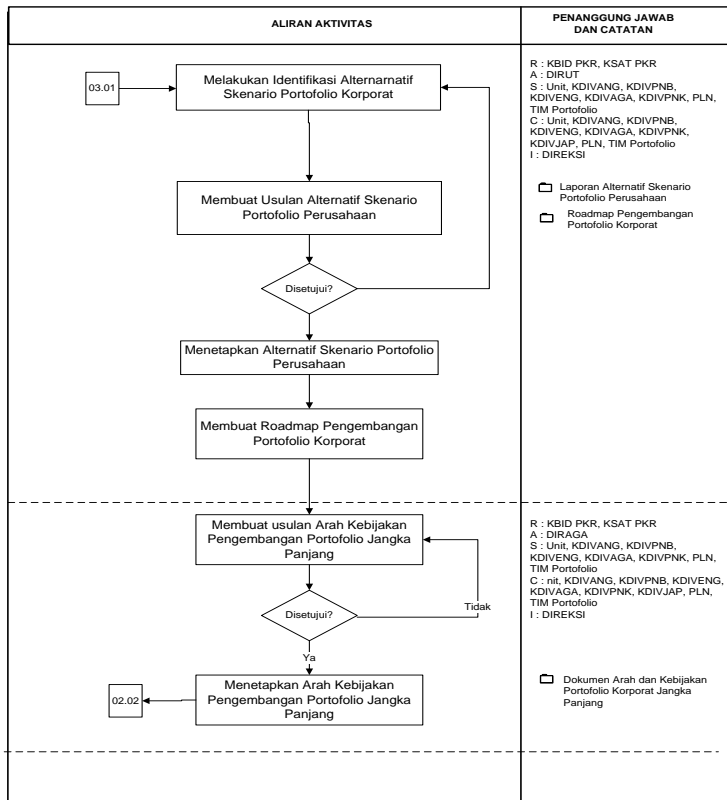
Untuk mendapatkan gelas Sarjana Komputer (S.Kom), penulis melakukan penelitian tugas akhir di Jurusan Sistem Informasi, penulis memilih bidang minat Manajemen Sistem Informasi dengan judul tugas akhir Penerapan Penghitungan Workflow Complexity Effort Multiplier Pada Metode Constructive Cost Model II (COCOMO II).

Jika ada pertanyaan mengenai tugas akhir ini, penulis dapat dihubungi melalui email firmanisnaeni97@gmail.com , dan bias hubungi 082132925105.

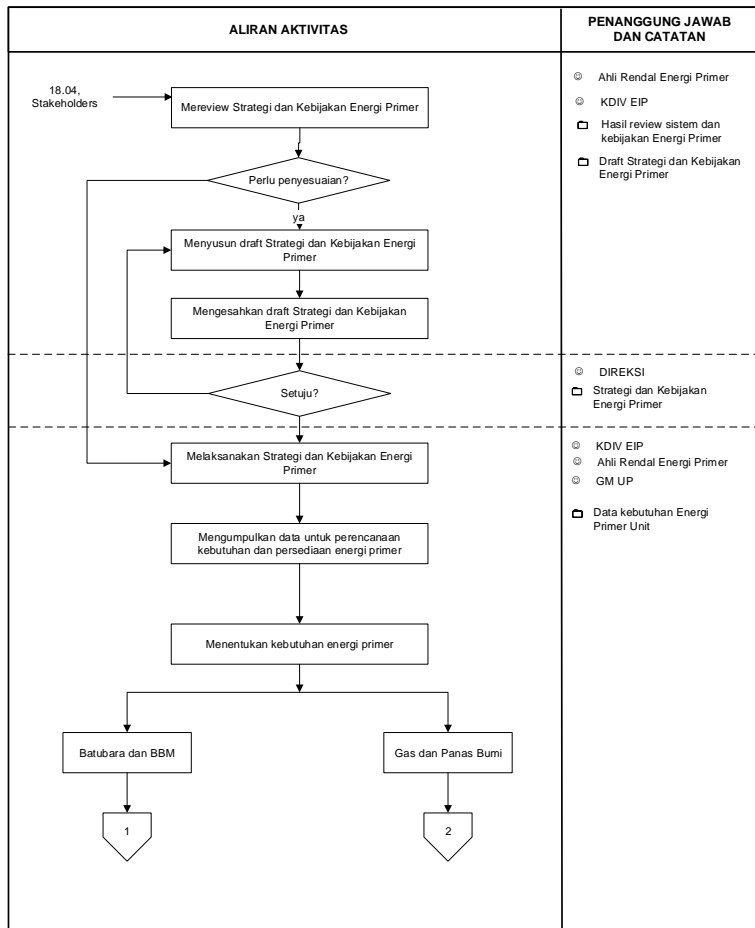
Halaman ini sengaja dikosongkan

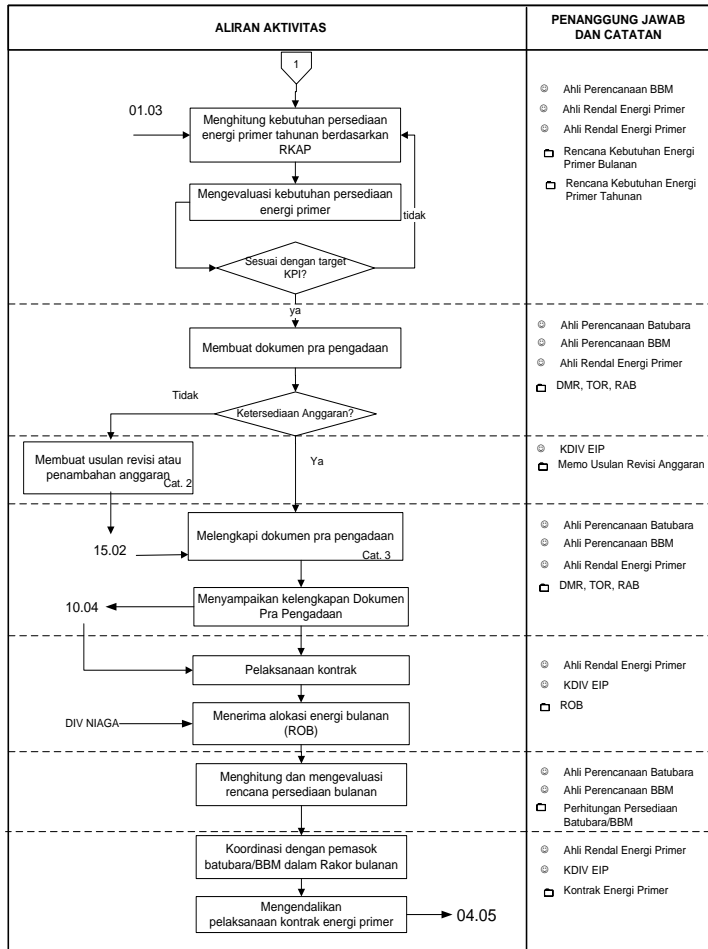
LAMPIRAN A – IMS BPM

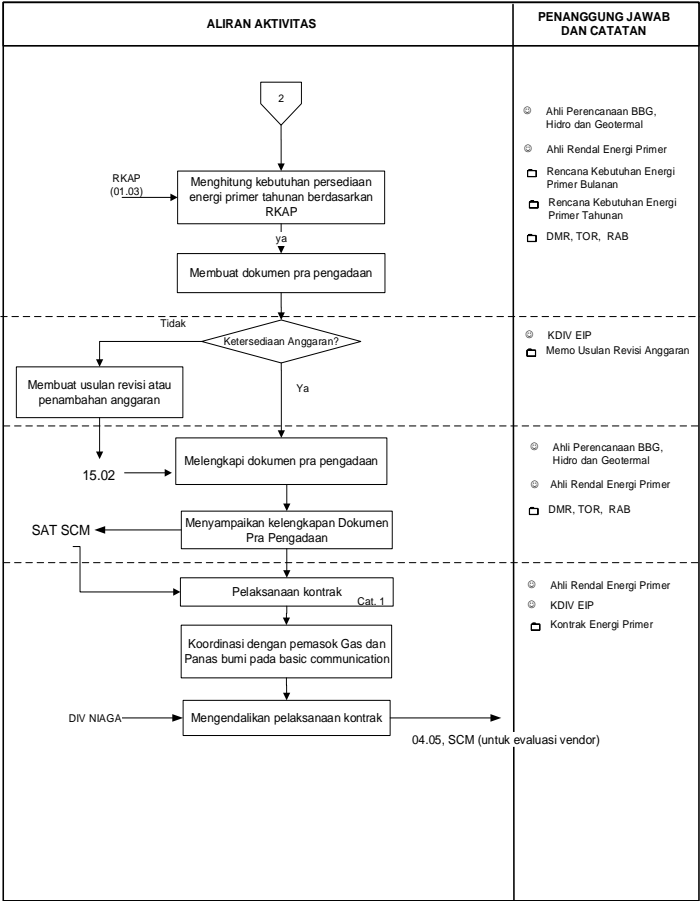
A – 1 IMS BPM Penyusunan Arah Kebijakan Korporasi (03.02)



A – 2 IMS BPM Manajemen Energi Primer

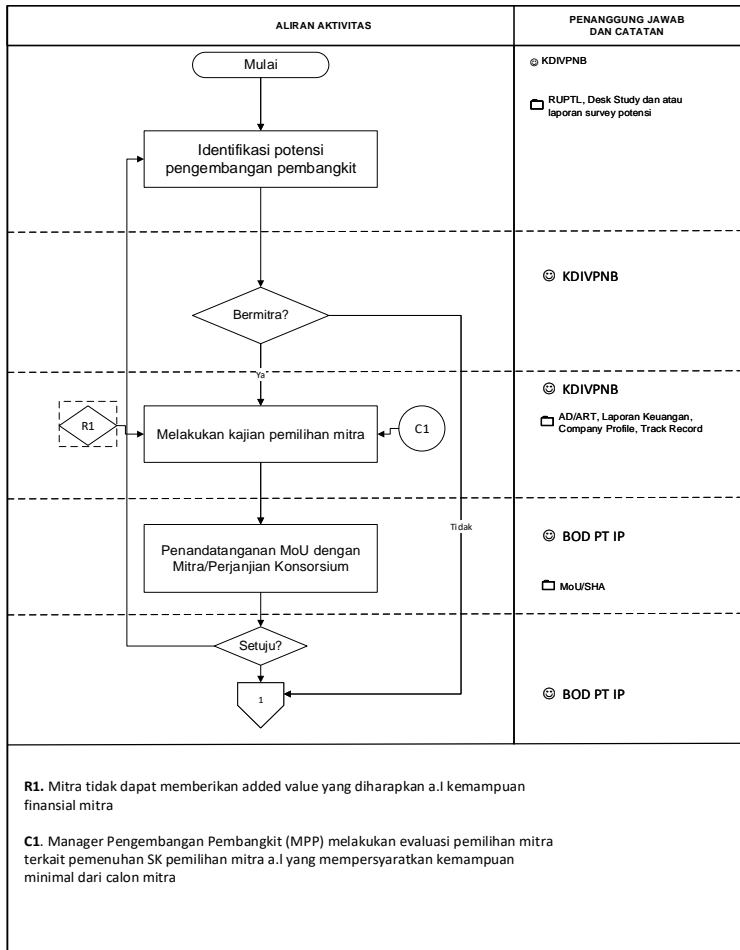




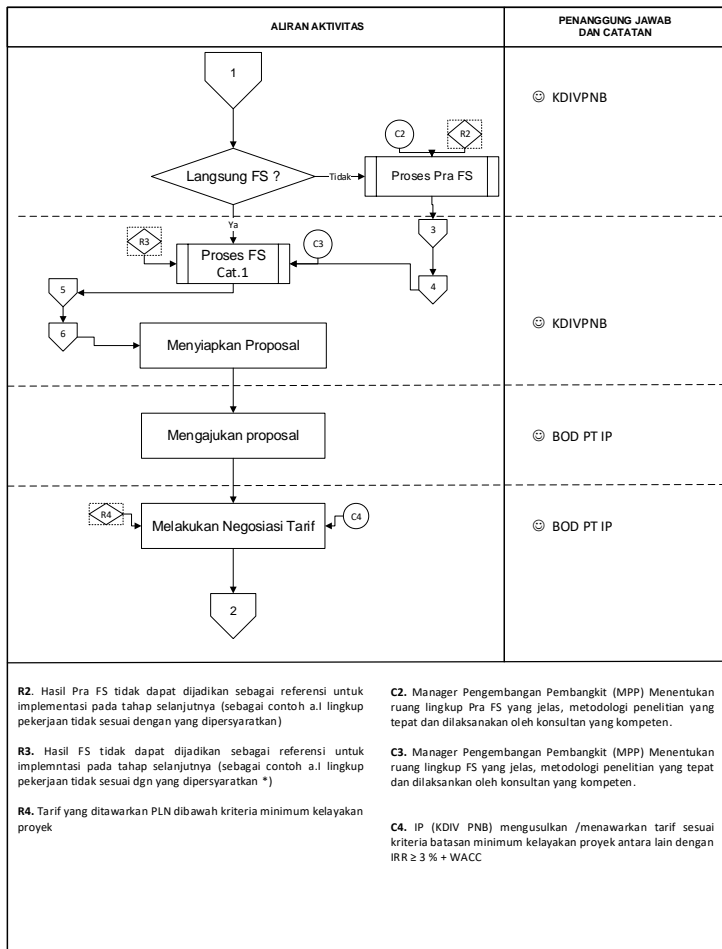


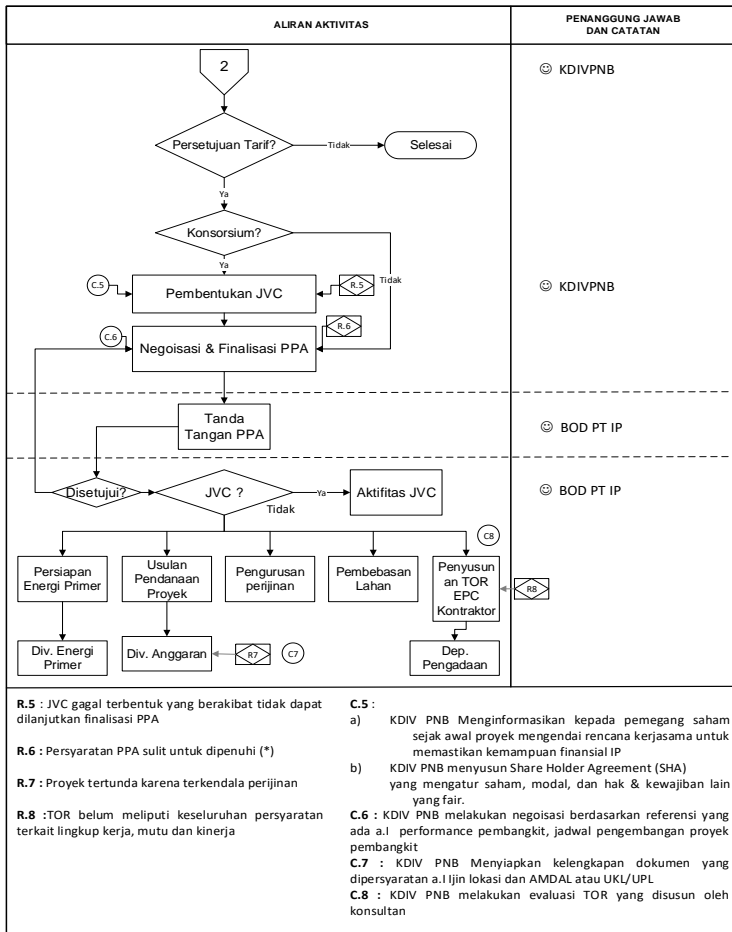
Gambar 7 Manajemen Energi Primer

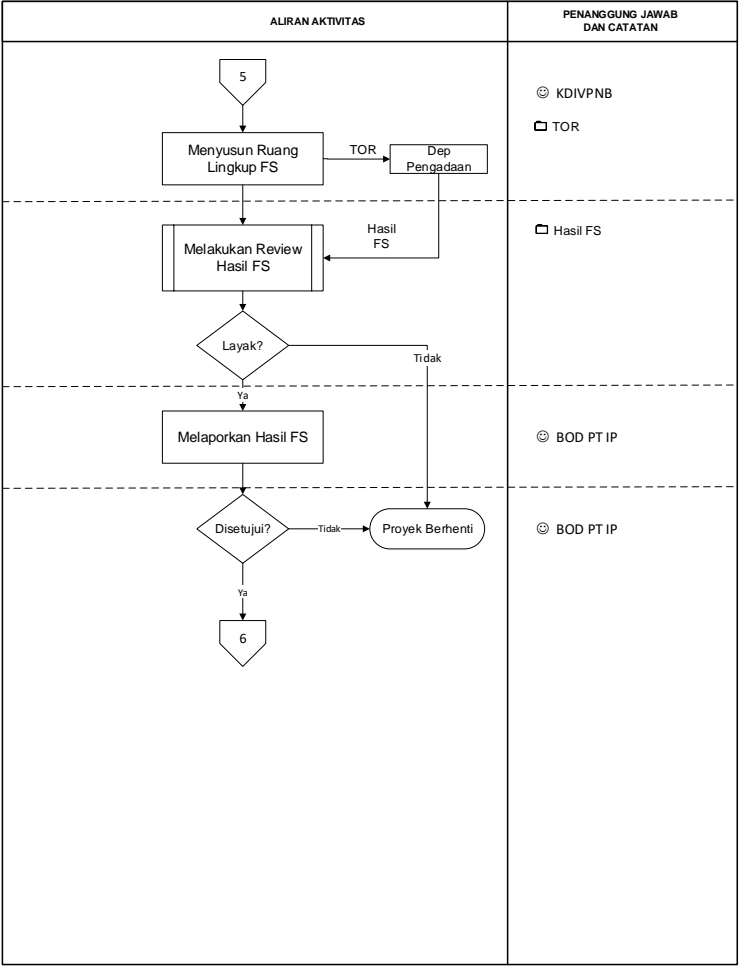
A – 3 IMS BPM Pengembangan Pembangkit dengan Skema Penugasan

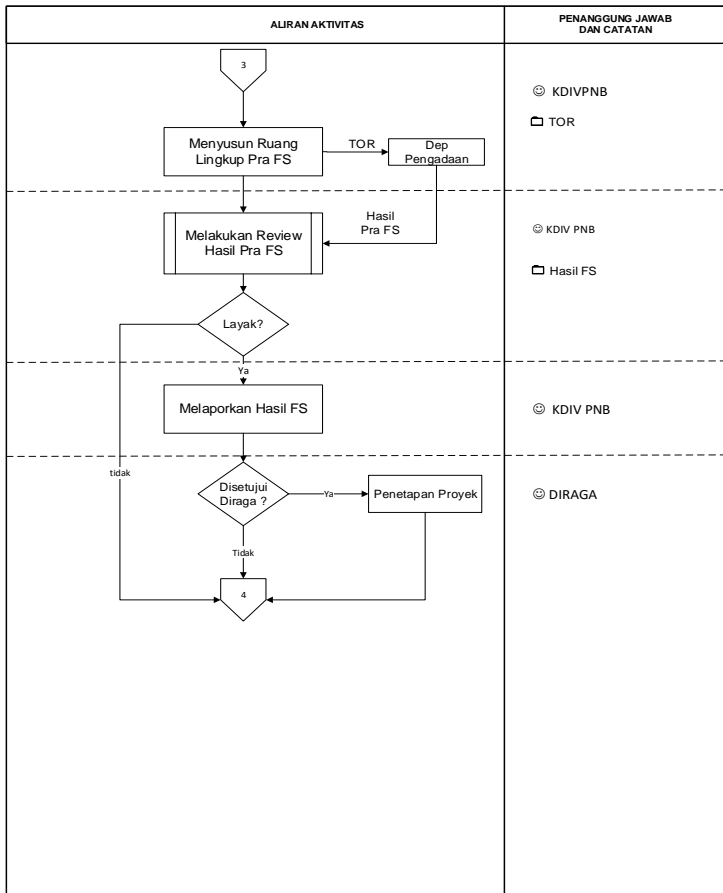


A- 6



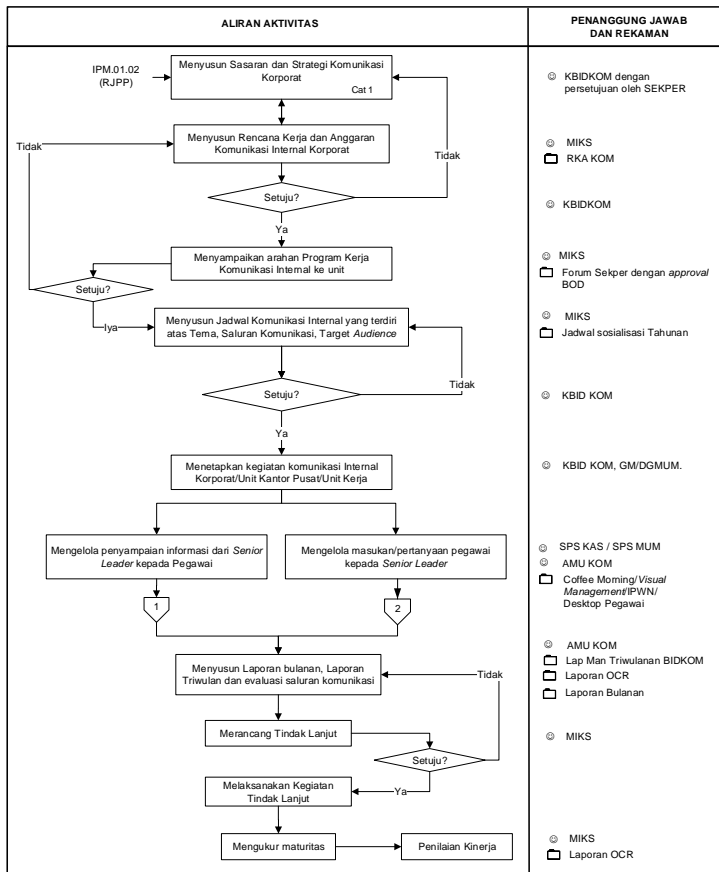


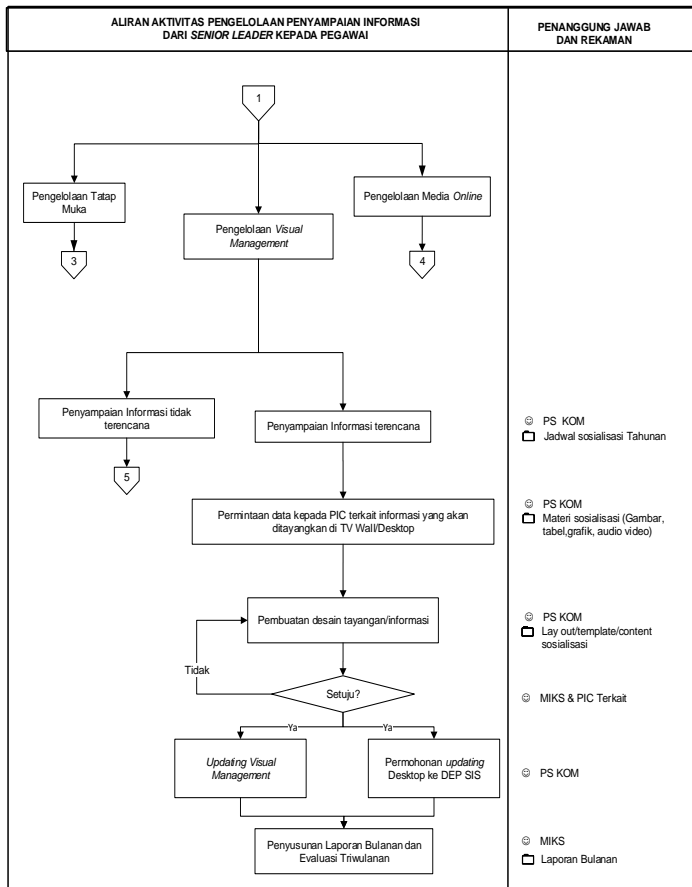


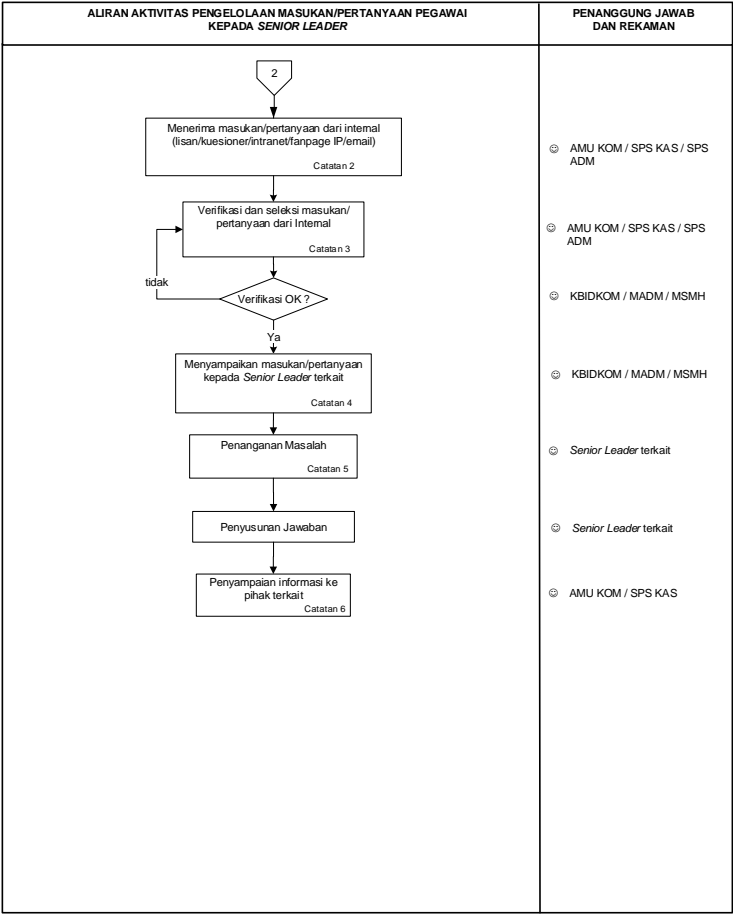


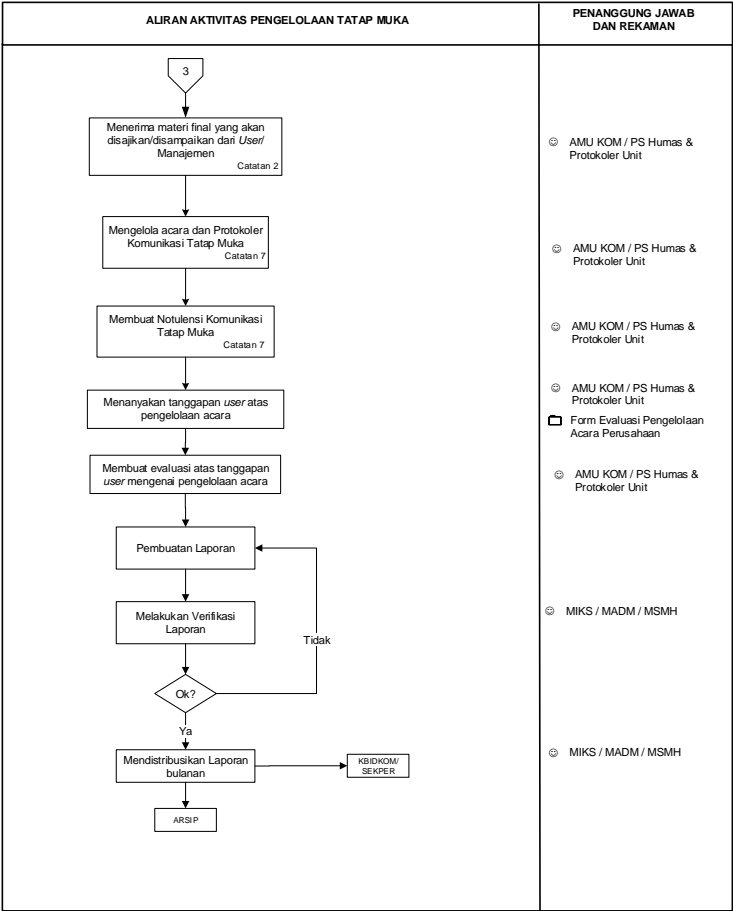
Gambar 8 Project Development

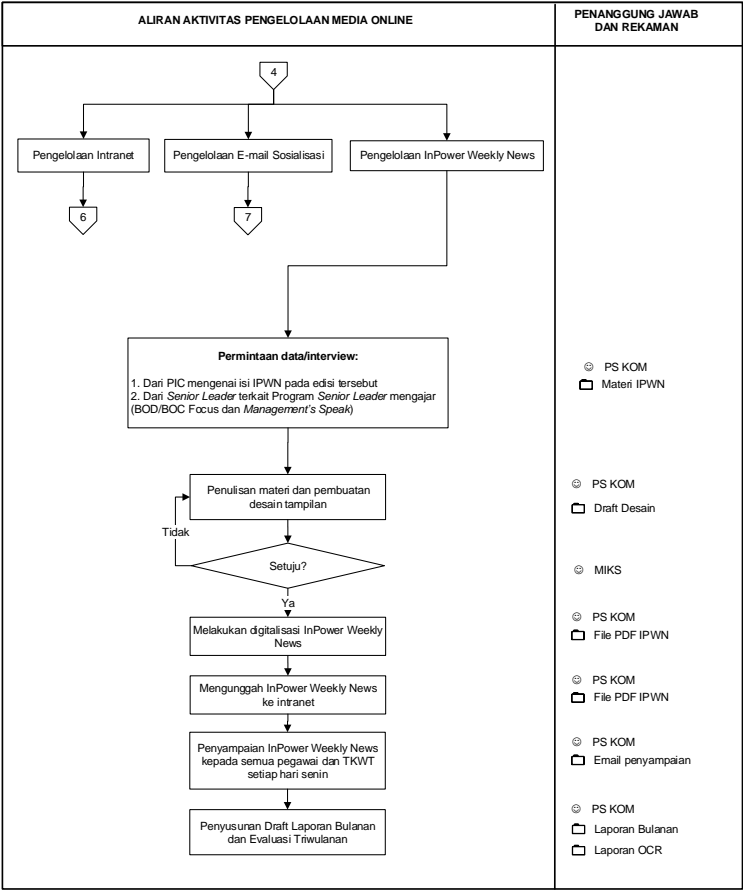
A – 4 IMS BPM Komunikasi Internal

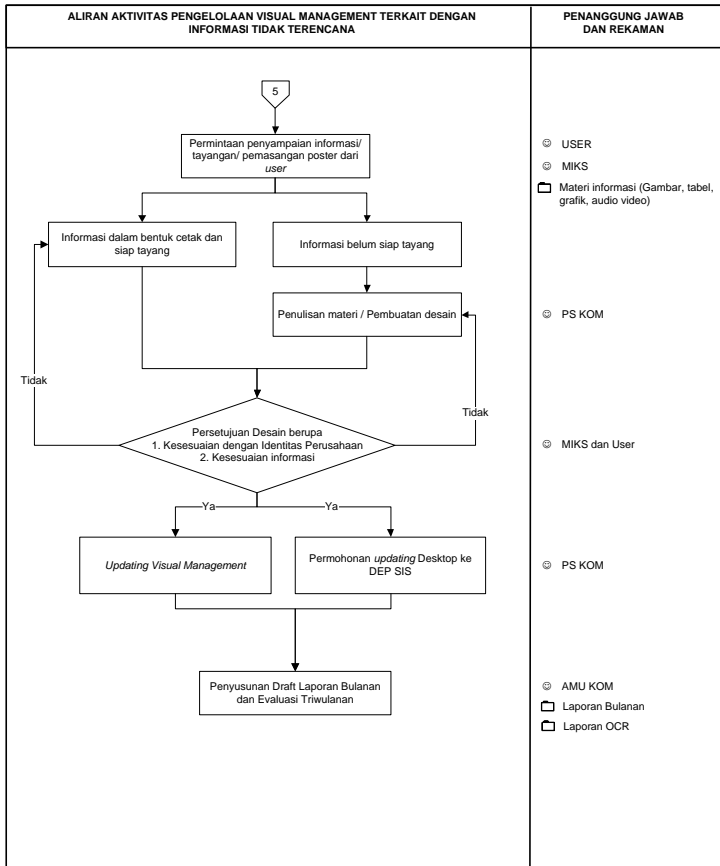


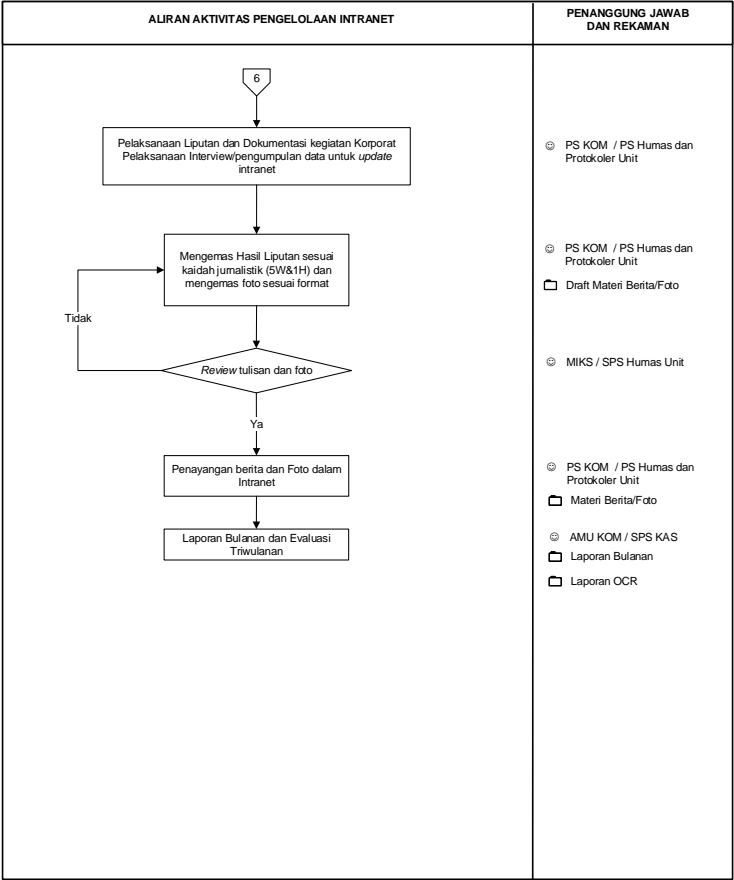


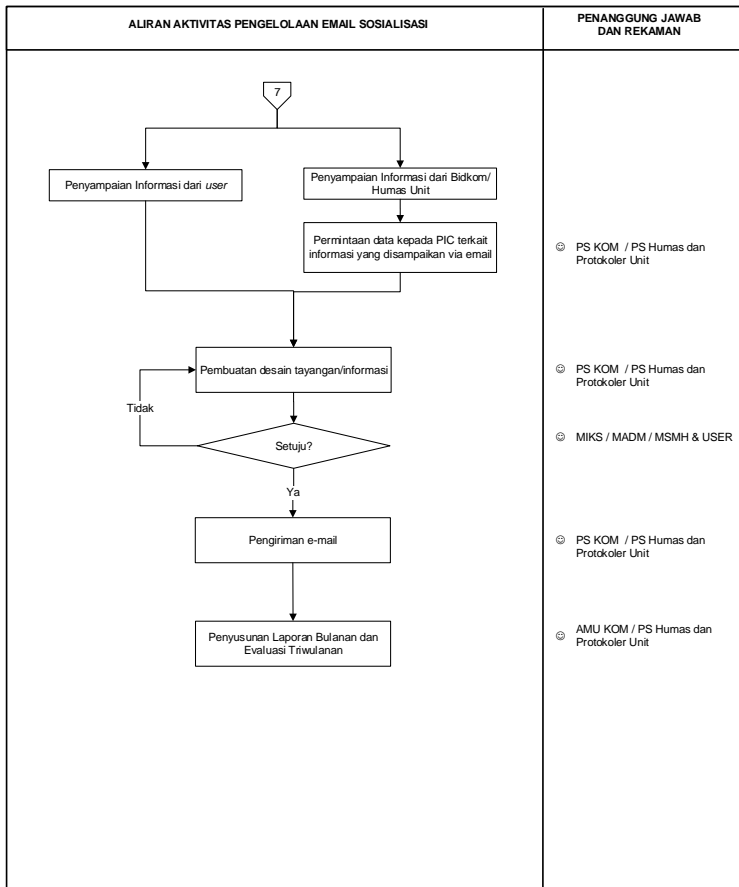






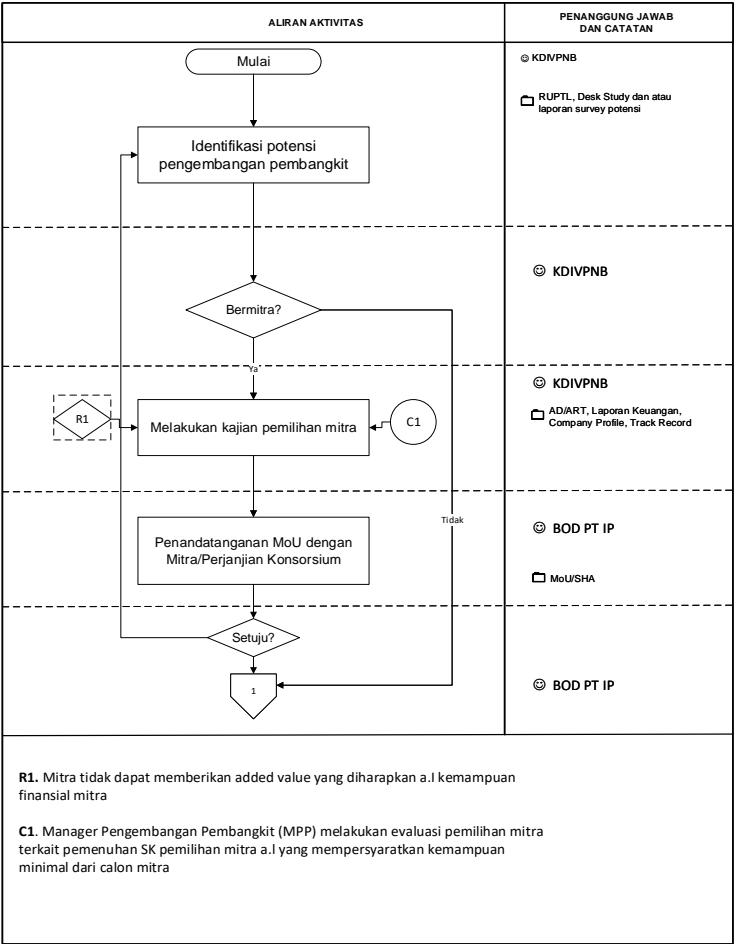


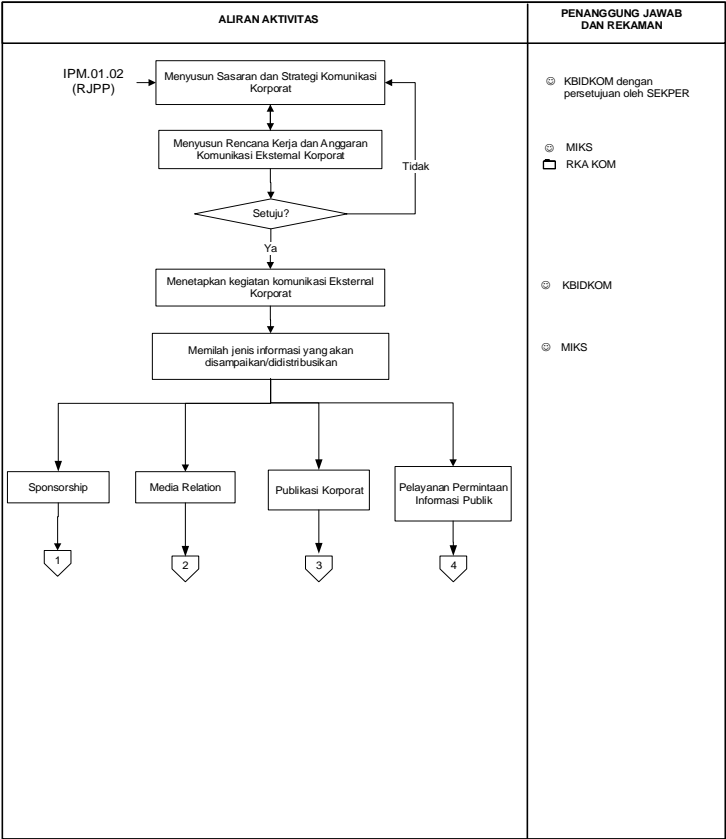


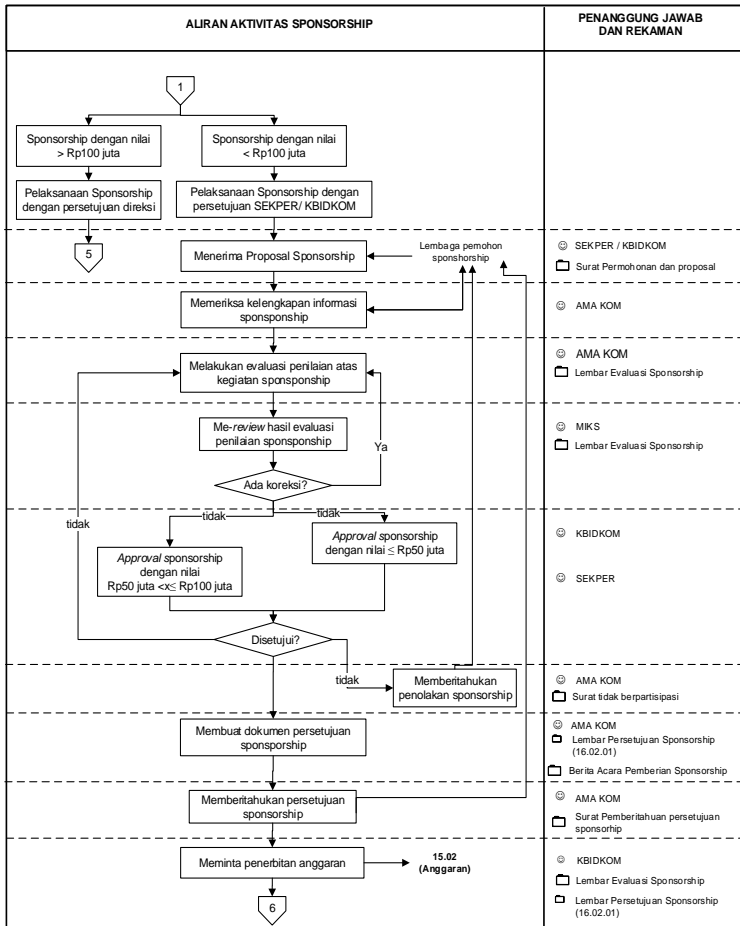


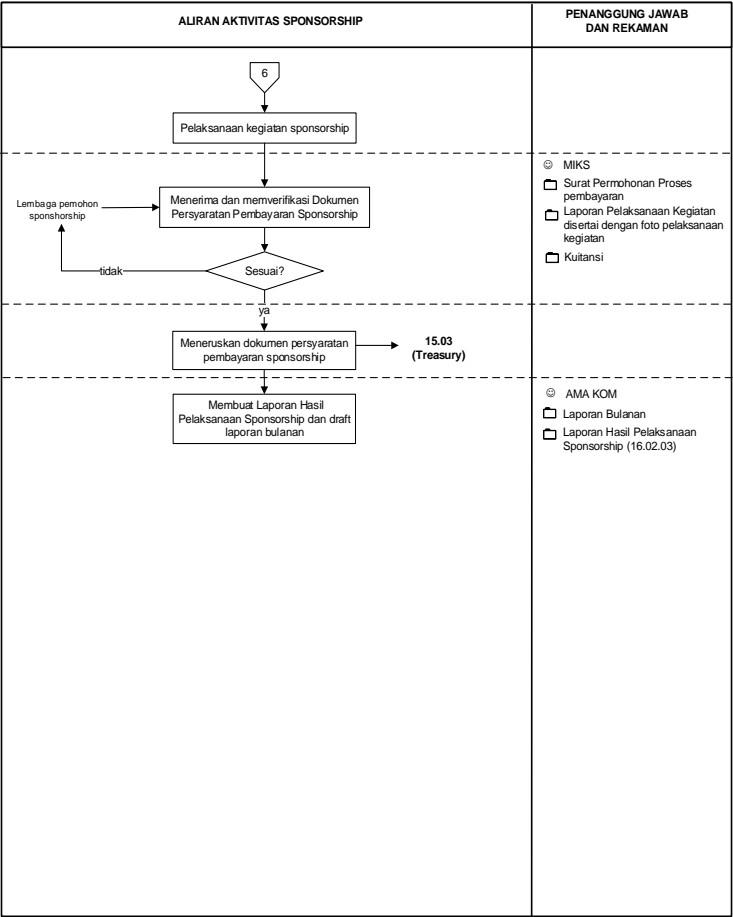
Gambar 9 Manajemen Hubungan Stakeholders

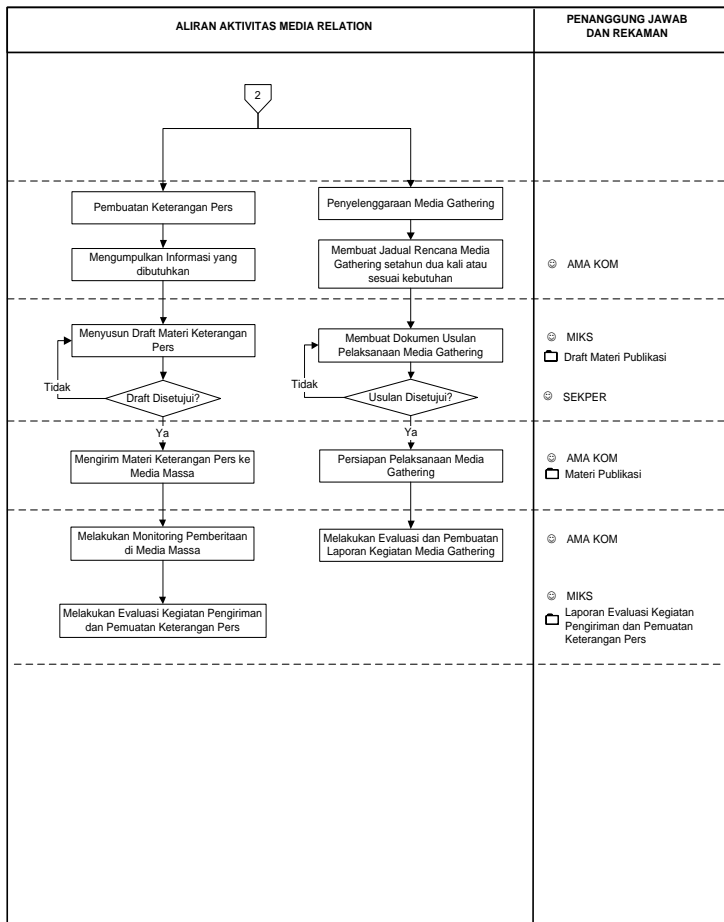
A – 5 IMS BPM Komunikasi Eksternal

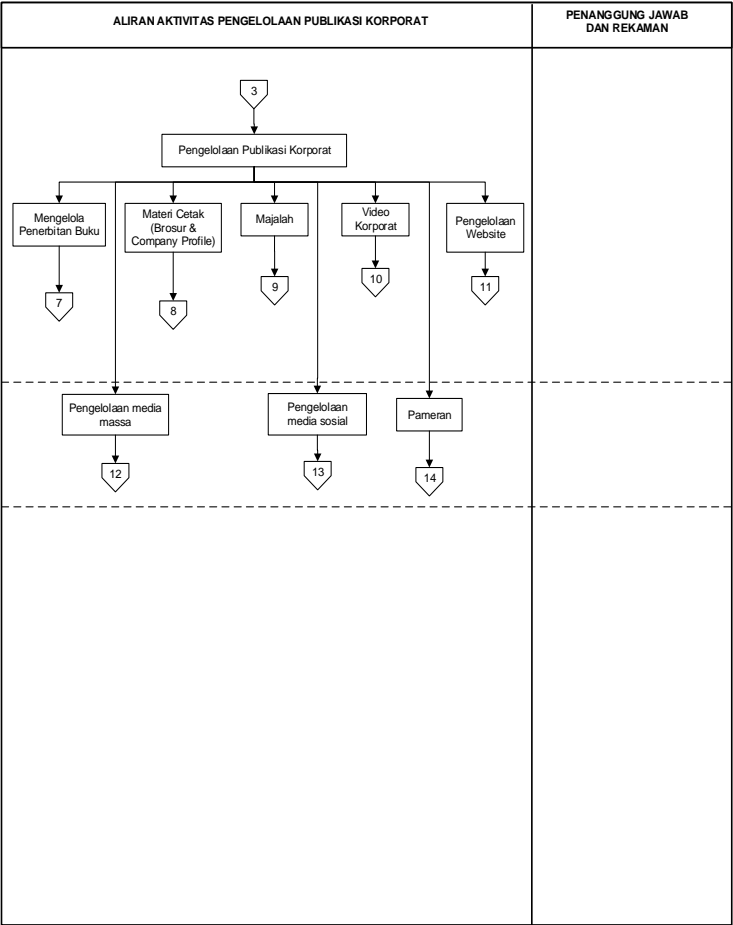


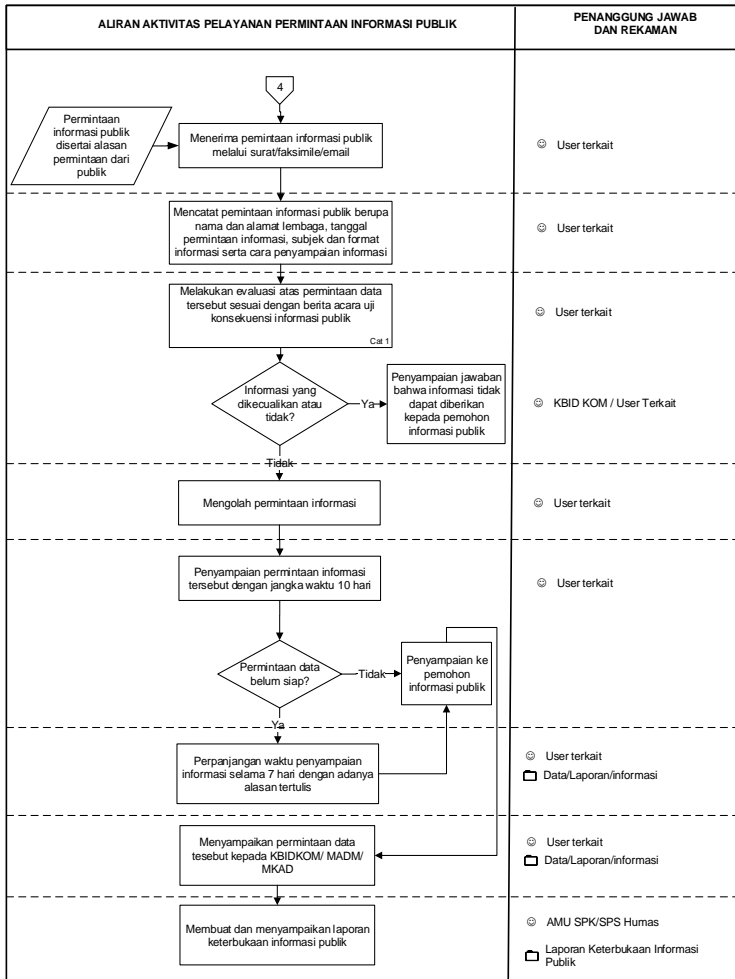


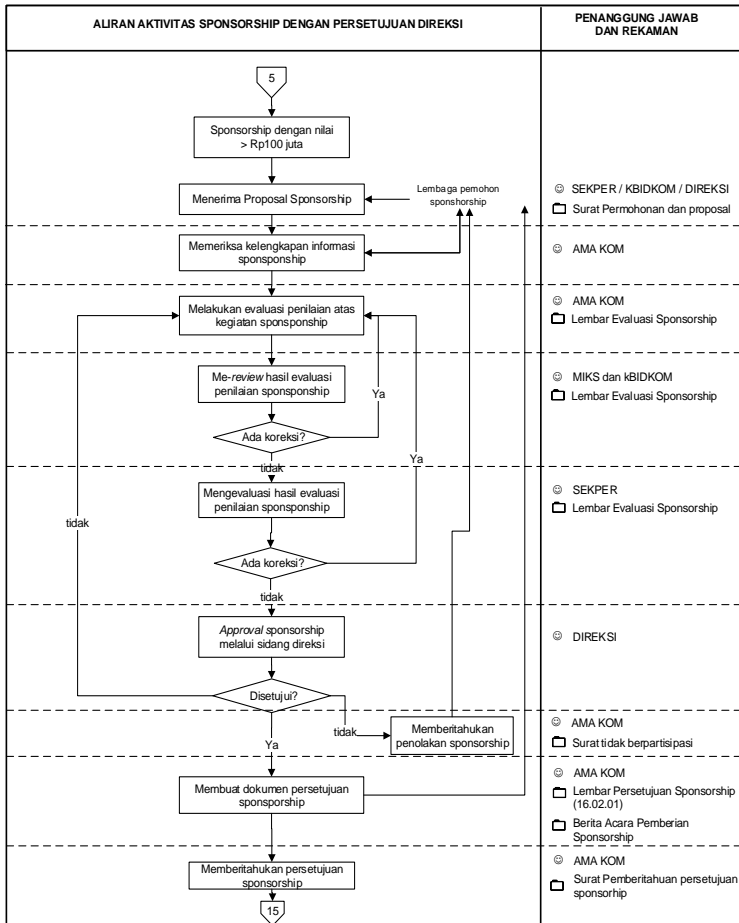


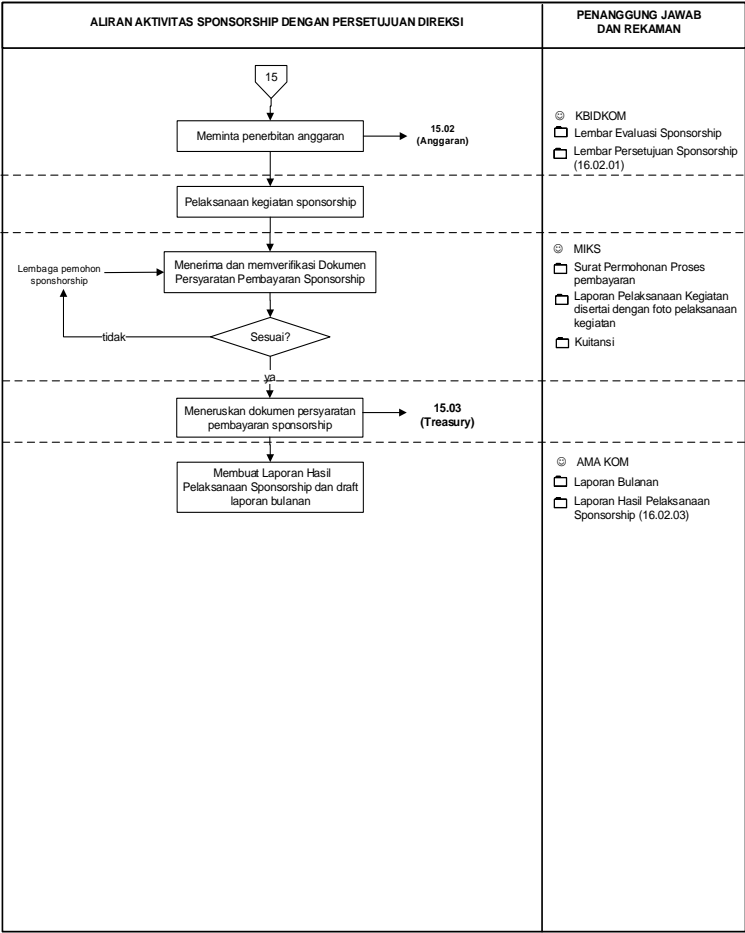


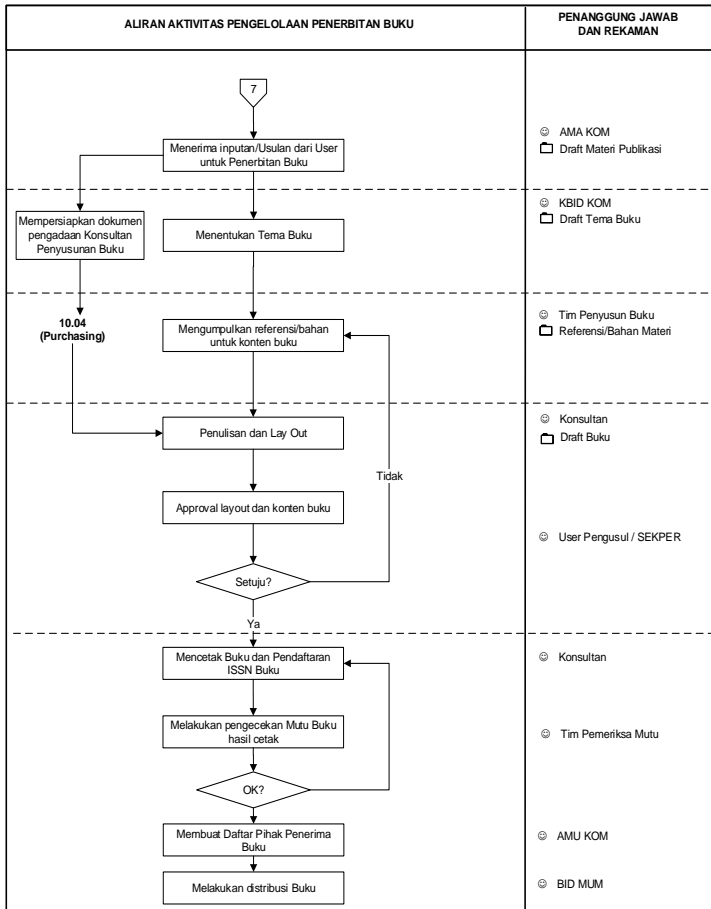


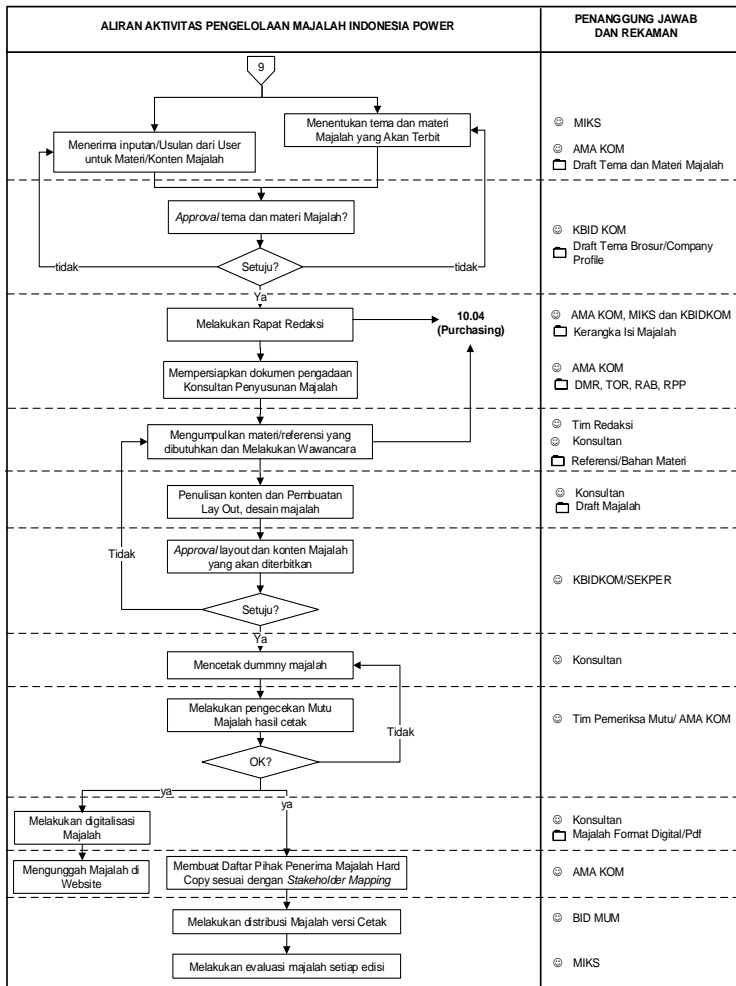


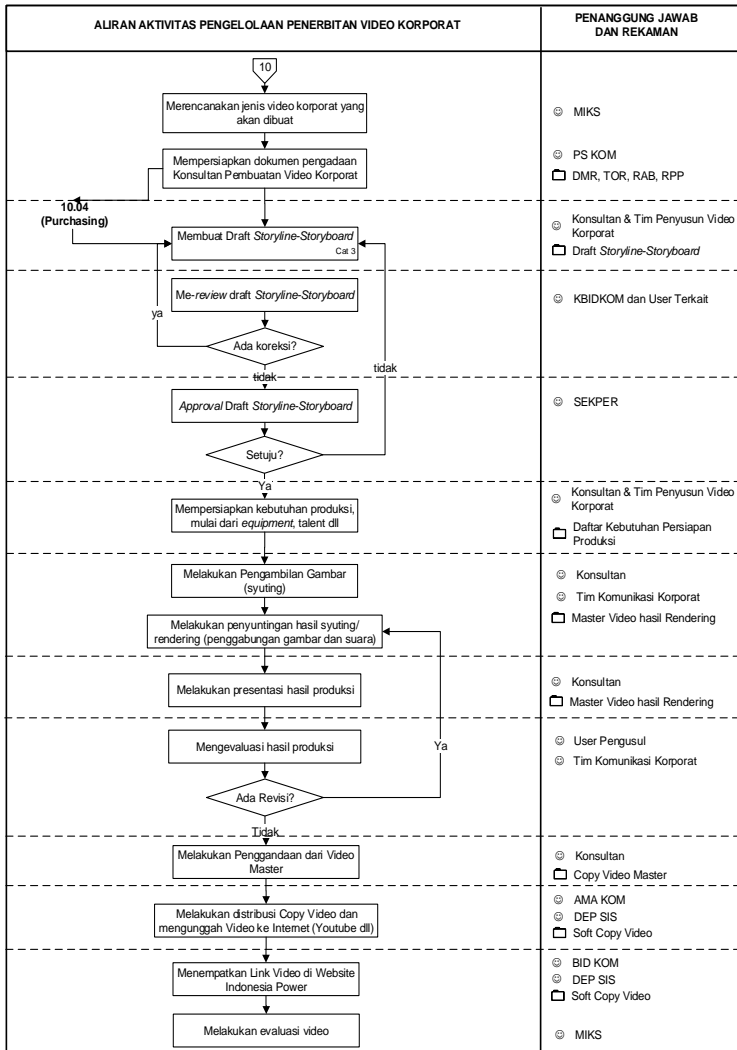


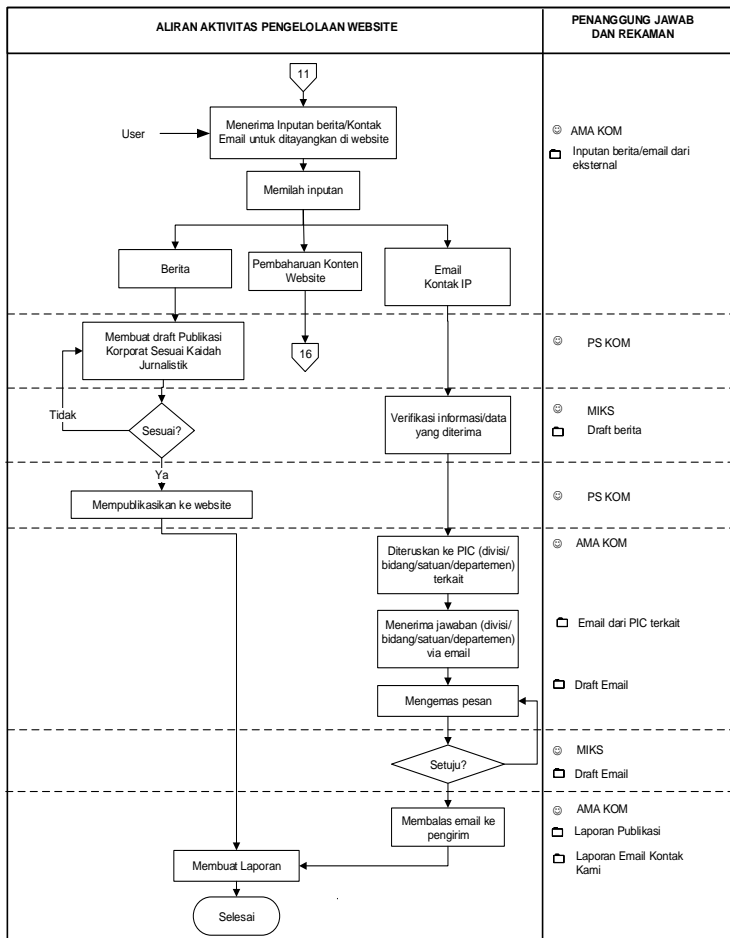


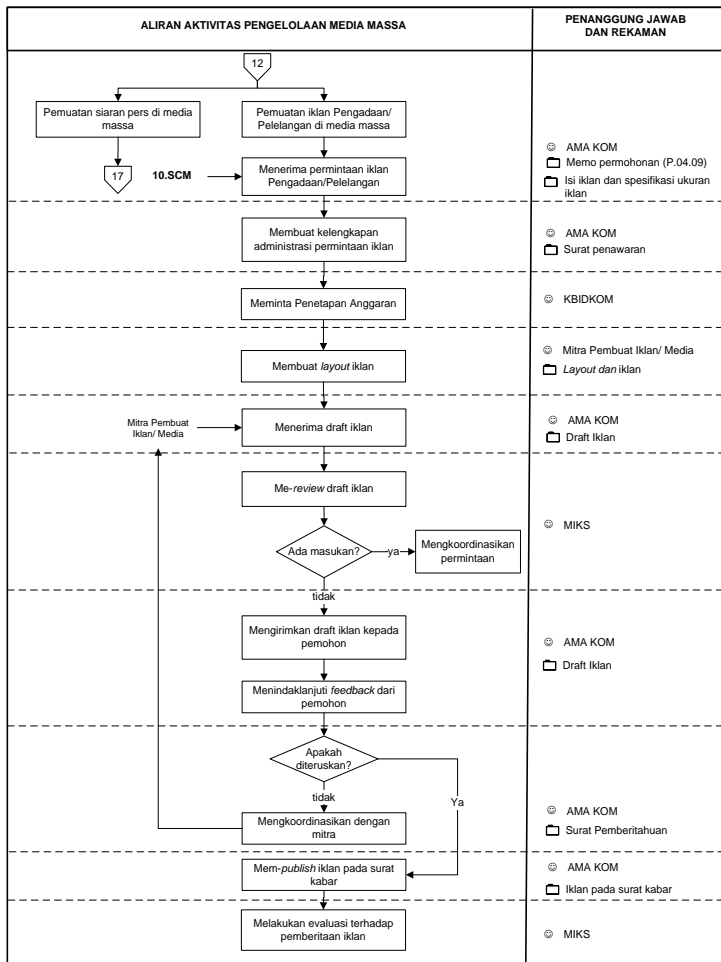


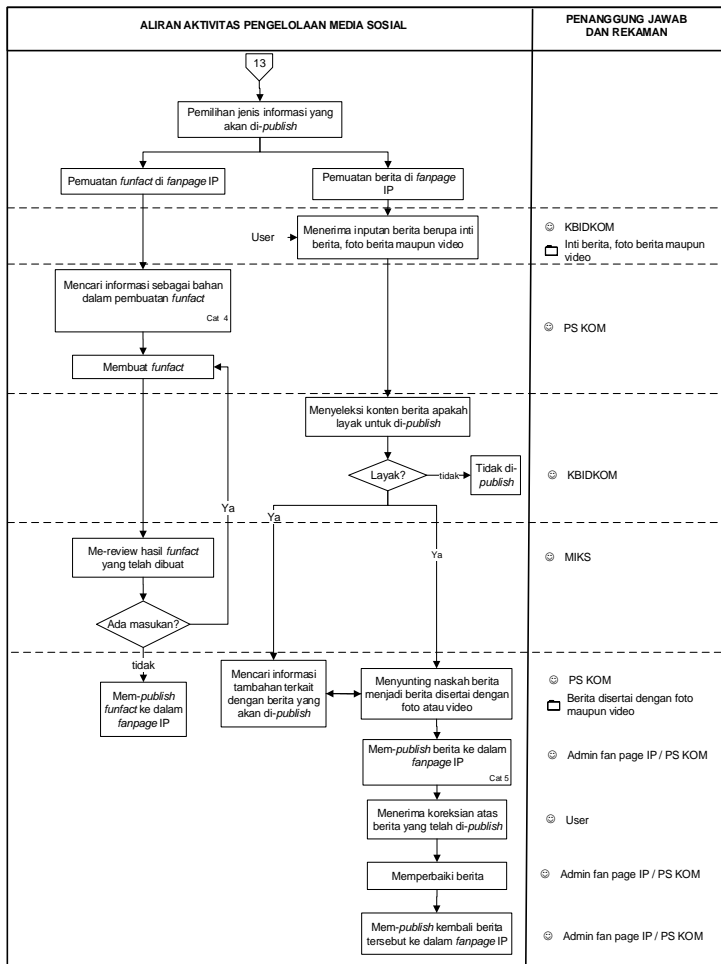


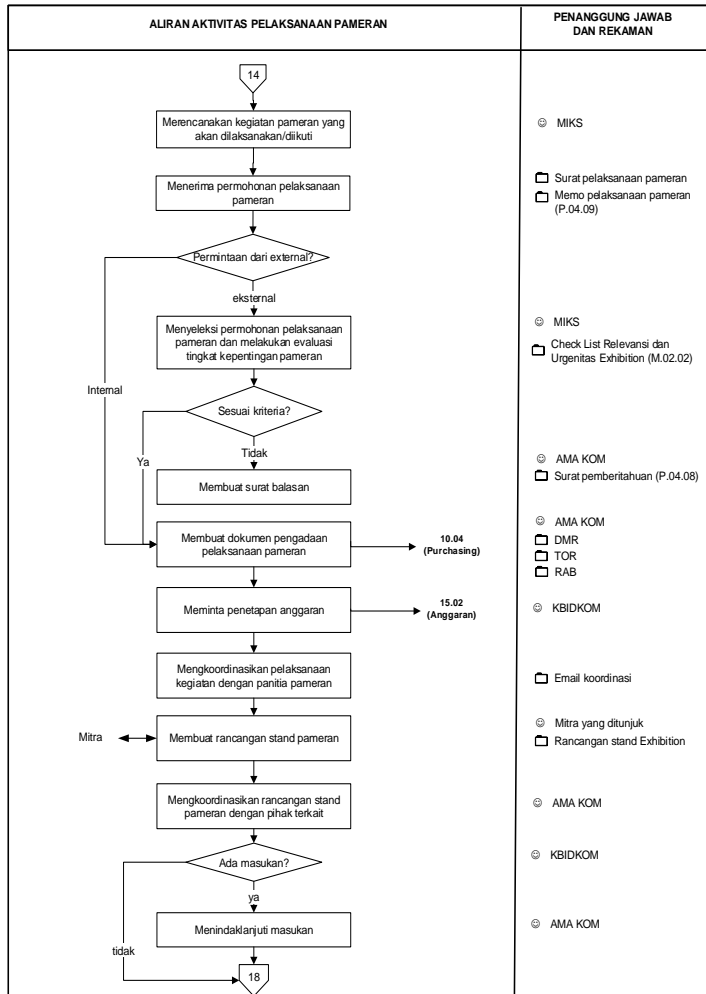




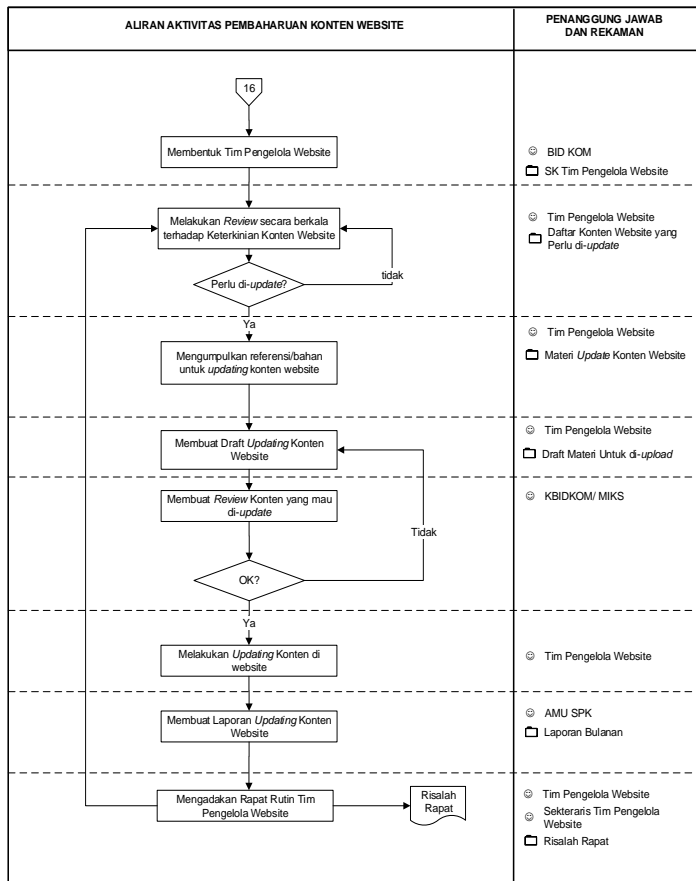


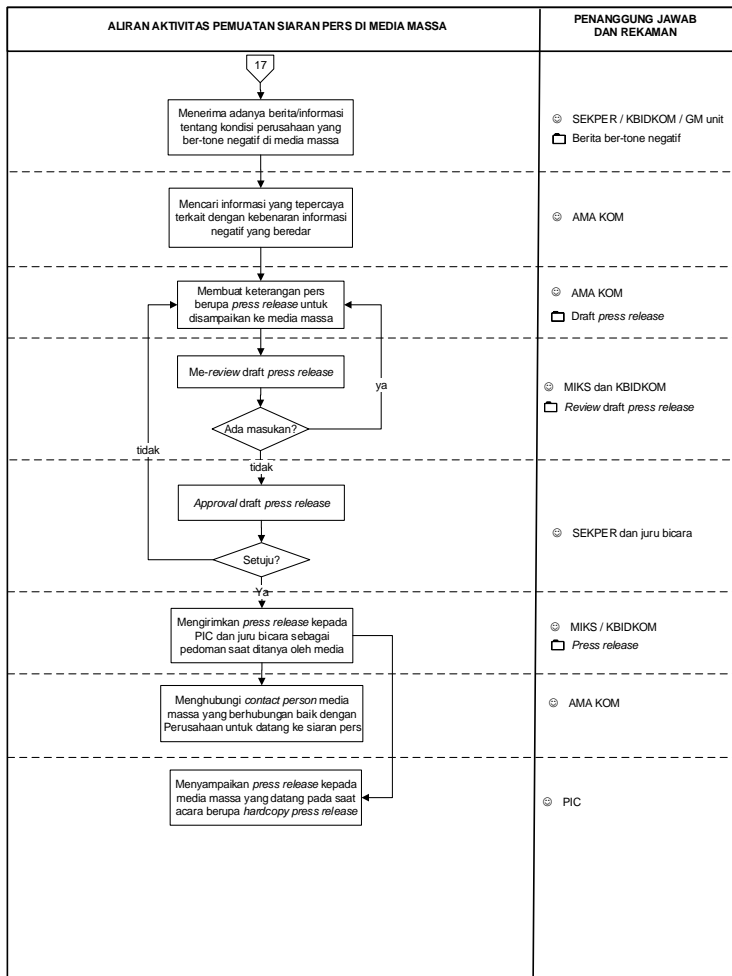






ALIRAN AKTIVITAS PELAKSANAAN PAMERAN	PENANGGUNG JAWAB DAN REKAMAN
<div><div>18</div><div><div>Building up stand pameran</div><div>Melaksanakan pameran</div><div>Membuat laporan dan evaluasi pelaksanaan pameran</div></div></div>	<div><div>© AMA KOM</div><div>📄 Laporan Pelaksanaan Exhibition</div><div>© MIKS</div></div>





Gambar 10 Manajemen Hubungan Stakeholders

LAMPIRAN B – FORM PEMBOBOTAN EFFORT MULTIPLIER

B – 1 Form Pembobotan Effort Multiplier Workflow Complexity

FORM PENILAIAN METODE EXPERT JUDGEMENT PEMBOBOTAN EFFORT MULTIPLIER

Tanggal Pelaksanaan : 25 Juni 2018


Nama Penilai : Bayu Husodho

Berikut ini merupakan form penilaian ahli metode expert yang digunakan dalam penelitian tugas akhir yaitu Kepala Bidang Mutu dan Kinerja PT Indonesia Power, Bapak Bayu Husodho sebagai penilai dalam pembobotan effort multiplier metode Expert Judgement. Penilaian ahli metode expert Judgement ini dilakukan meliputi 4 sub proses bisnis yang terdapat pada PT Indonesia Power melalui 4 tahapan proses SDLC yang mengacu pada effort multiplier yang terdapat pada Constructive Cost model (COCOMO II) dengan rincian sebagai berikut :

1. Sub proses bisnis PT Indonesia Power yang digunakan :
 - a. Penyusunan arah kebijakan korporasi (03.02)
 - b. Perencanaan Energi Primer (04.01)
 - c. Pengembangan Pembangkit skema Penugasan (08.01)
 - d. Komunikasi Internal (16.01)
 - e. Komunikasi Eksternal (16.02)
2. Fase Software Development Life Cycle yang digunakan :
 - a. Requirement and Product Design
 - b. Detailed Design
 - c. Code and Unit Test
 - d. Integration and Test

Phase	Requirement and Product Design	Detailed Design	Code And Unit Test	Integration Test	Average
Penyusunan arah kebijakan korporasi	0.85	0.85	0.90	0.80	0.85
Perencanaan Energi Primer	0.95	0.95	0.90	0.90	0.925
Pengembangan Pembangkit skema Penugasan	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Komunikasi Internal	1.10	1.05	1.15	1.10	1.10
Komunikasi Eksternal	1.20	1.10	1.20	1.30	1.20

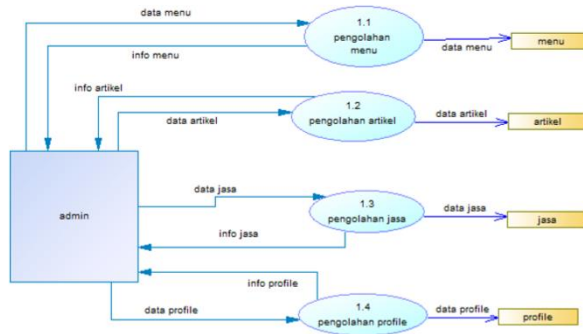
Jakarta, 25 Juni 2018


Bayu Husodho

Gambar 11 Form Pembobotan Effort Multiplier

Halaman Sengaja di Kosongkan

LAMPIRAN C –Data Uji coba



Gambar C.1 DFD software

Scale factor	Responden 1 (Didik)	Hasil penilaian
PREC	Very high	1.24
FLEX	High	2.03
RESL	High	2.83
TEAM	Nominal	4.24
PMAT	High	3.12
Total penilaian scale factor	=	13.46

Gambar C.2 Hasil penilaian Scale Factor

Proses	ILF	EI F	EI	EO	EQ	UFP	SLOC	KSLOC
Registrasi kompetensi	1	-	1	1	-	16	640	0.64
Mengelola data master	12	-	24	12	-	408	16320	16.32
Mengelola permohonan	2	-	3	2	-	34	1360	1.36
Mengelola penjadwalan	2	-	3	2	-	36	1440	1.44
Mengelola pelaksanaan	2	-	3	2	-	36	1440	1.44
Mengelola evaluasi	1	-	2	1	-	20	800	0.8
Total						654	26920	26.92

Gambar C.3 Hasil penilaian KSLOC